

**SILVANA BATALHA SILVA**

**INFLUÊNCIA DO CONDICIONAMENTO ÁCIDO PRÉVIO AO CLAREAMENTO  
INTRACORONÁRIO NA RESISTÊNCIA DE UNIÃO DE UMA RESINA  
COMPOSTA À DENTINA HUMANA**

Florianópolis

2008

SILVANA BATALHA SILVA

**INFLUÊNCIA DO CONDICIONAMENTO ÁCIDO PRÉVIO AO CLAREAMENTO  
INTRACORONÁRIO NA RESISTÊNCIA DE UNIÃO DE UMA RESINA  
COMPOSTA À DENTINA HUMANA**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Odontologia da Universidade Federal de Santa Catarina como requisito parcial para a obtenção do título de Mestre em Odontologia, área de concentração Dentística.

Orientador: Prof. Dr. Gilberto Müller Arcari  
Co-orientador: Prof. Dr. Sylvio Monteiro Junior

Florianópolis 2008



S586i Silva, Silvana Batalha

Influência do condicionamento ácido prévio ao clareamento intracoronário na resistência de união de uma resina composta à dentina humana / Silvana Batalha Silva; orientador Gilberto Müller Arcari. – Florianópolis, 2008.

165 f.

Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Santa Catarina. Centro de Ciências da Saúde. Programa de Pós-Graduação em Odontologia. Opção Dentística.

Inclui bibliografia.

1. Clareamento de dente. 2. Ataque ácido dentário. 3. Microscopia eletrônica de varredura. 4. Dentística operatória. I. Arcari, Gilberto Müller. II. Universidade Federal de Santa Catarina. Pós-Graduação em Odontologia. III. Título.

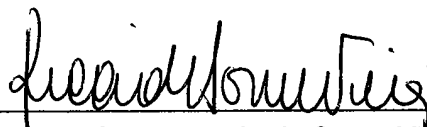
CDU 616.314-089

SILVANA BATALHA SILVA

**INFLUÊNCIA DO CONDICIONAMENTO ÁCIDO PRÉVIO AO CLAREAMENTO  
INTRACORONÁRIO NA RESISTÊNCIA DE UNIÃO DE UMA RESINA  
COMPOSTA À DENTINA HUMANA**

Esta dissertação foi julgada adequada para a obtenção do título de Mestre em Odontologia – Opção Dentística e aprovada em sua forma final pelo Programa de Pós-Graduação em Odontologia da Universidade Federal de Santa Catarina.

Florianópolis, 9 de outubro de 2008.

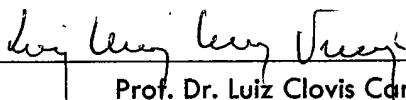


Prof. Dr. Ricardo de Souza Vieira  
Coordenador do Programa de Pós-Graduação em Odontologia da  
Universidade Federal de Santa Catarina

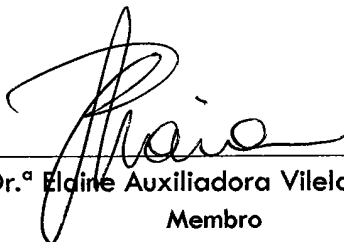
**BANCA EXAMINADORA**



Prof. Dr. Gilberto Müller Arcari  
Orientador – UFSC



Prof. Dr. Luiz Clovis Cardoso Vieira  
Membro



Prof.ª Dr.ª Elaine Auxiliadora Vilela Maia Morelli  
Membro

Aos meus pais, **Orlando dos Santos Silva** e

**Iara Batalha Silva**, pelo constante e incondicional apoio.

A segurança e o amor passado por vocês me trouxeram dos  
meus primeiros passos até aqui.

Vocês são os meus maiores exemplos de vida.

Amo vocês.

## AGRADECIMENTOS ESPECIAIS

Ao meu professor orientador, **Dr. Gilberto Müller Arcari**, pelos ensinamentos, carinho, excelente orientação e incentivo à realização deste trabalho. Obrigada pela confiança e motivação dada antes mesmo que eu ingressasse na pós-graduação. Obrigada também por tornar “mais leve” esse tempo de mestrado com o seu bom humor e otimismo, sem deixar, contudo, de exigir e de exercer o seu trabalho como orientador.

Ao meu professor co-orientador, **Dr. Sylvio Monteiro Junior**, pelas fantásticas contribuições a este trabalho, sempre dadas nos momentos certos. Obrigada por mostrar-me os caminhos da docência, tão bem representados pela sua pessoa, e por sempre me ouvir, inclusive nas dúvidas mais banais.

Ao professor **Dr. Luiz Narciso Baratieri**, pela oportunidade, pelo aprendizado intenso nestes dois anos de mestrado e pelo exemplo de ser humano que é. Obrigada por me fazer enxergar que a busca constante do melhor é uma filosofia de vida a ser seguida. Grandes professores como você ensinam para a vida.

Ao professor **Dr. Luiz Clovis Cardoso Vieira**, pelas lições aprendidas, pela confiança e exemplo de honestidade.

Ao professor **Dr. Élio Araújo**, pela amizade, pela experiência transmitida e pelo convívio durante o curso.

Ao professor **Dr. Mauro Amaral Caldeira de Andrada**, pela atenção e incansável busca de auxílios para a realização de pesquisas.

Ao professor **Dr. Guilherme Carpena Lopes**, pelas ótimas oportunidades e confiança em meu trabalho.

Ao professor **Dr. Edson Medeiros de Araújo Júnior**, pelos ensinamentos clínicos e incentivos à entrada na pós-graduação.

Ao professor **Dr. Hamilton Pires Maia**, pelas aulas de materiais dentários, pela amizade e pela “humanidade” presente no seu coração.

À professora **Dra. Miriam Marly Becker**, pela amizade e pelo carinho com os quais trata todos ao seu redor. Obrigada por ter sempre uma palavra de incentivo.

Ao professor **Alfredo Meyer Filho**, pela convivência e excelentes sugestões dadas durante os treinamentos para as aulas da graduação.

Aos professores **Cezar Alves de Andrade, Cléo Nunes de Sousa e Antonio Miguel Domingues Gil**, pelo convívio e auxílio no estágio de docência.

À professora **Dra. Renata Gondo**, pelo grande apoio, amizade e confiança.

À professora **Dra. Jussara Bernardon**, pela amizade e pelo ótimo convívio.

Aos amigos da minha turma do mestrado e doutorado, **Eduardo Roberty, Livia, Luana, Marcelo, Júnio, Max, Juan, Daniel Malta e Juliana**, pelas ótimas lembranças e aprendizado em conjunto! Em especial, obrigada, **Renan**, pela amizade e auxílio durante a fase laboratorial. **Neimar**, obrigada pelo apoio em outros trabalhos e pelo carinho. **Sheila**, obrigada pela amizade sincera, pelas conversas e companheirismo.

Ao meu amigo **Fábio Andretti**, pela consideração, pelas conversas e imensa ajuda na fase laboratorial.

Aos demais colegas da Dentística, **Kazuza, Letícia, Jackeline, Leandro, Luís, Tiago, Saulo, Fernando, Mônica, Beatriz, Luciana, Flávia, Cássio, Adriano, Eduardo, Greciana, Daniel, David...** Obrigada pela convivência e excelente ambiente de trabalho e amizade.

Às minhas amigas do coração, **Tina, Carol, Daniela, Schelle e Úrsula**. Obrigada pela compreensão e torcida!

Aos meus **amigos** que ficaram em Santarém e em outros lugares do Brasil, sei que torceram por mim. Obrigada!

Ao meu tio **Atahualpa Machado** (*in memoriam*), pelos ensinamentos e pela preciosa colaboração na revisão da língua portuguesa deste trabalho.

Ao **Giovanni Secco**, pela competência na revisão do texto, além do cuidado e dedicação com a apresentação deste trabalho.

À minha avó **Lili**, pessoa fantástica, sempre disposta a ajudar em tudo. Obrigada por transformar os domingos em “dias-família”, mesmo longe de casa.

Aos meus **tios, tias, primos, primas e demais familiares**, pelo apoio e incentivo.

À **Mara**, pela ajuda em casa e por estar sempre de bom humor. Obrigada por tudo.

Aos meus irmãos, **Ronaldo** e **Rodrigo**. Vocês tornaram esta jornada muito mais fácil. Obrigada pelo apoio e carinho.

Ao meu amor, **Rodrigo**. O céu sempre fica mais azul ao seu lado, e os dias muito melhores. Obrigada por ser meu companheiro, nos momentos bons e nos mais estressantes.

Aos **meus pais**, meus maiores incentivadores de todas as etapas conquistadas e das que estão por vir. Vocês escolheram, ao contrário do que os seus corações pediam, não pensar na distância geográfica para dar o melhor aos filhos. Essa conquista é de vocês também.

A **Deus**, sem o qual eu não conseguiria avançar nas horas mais difíceis. Como é bom também agradecer pelos momentos felizes (foram tantos)! Obrigada por me colocar próximo a pessoas tão maravilhosas.

A todos que de alguma forma contribuíram para a realização deste trabalho e para o meu crescimento pessoal e profissional. Muito obrigada!

## AGRADECIMENTOS

À **Universidade Federal de Santa Catarina**, pela educação recebida. Ademais, obrigada por ter me recebido de portas abertas.

A todo o **corpo docente do Programa de Pós-Graduação**, que ministrou as aulas durante o Curso de Mestrado. Obrigada pelos ensinamentos que complementaram a minha formação.

Aos professores **Dr. Mauro Amaral Caldeira de Andrada**, chefe do Departamento de Estomatologia, e **Dr. Ricardo de Souza Vieira**, coordenador do Programa de Pós-Graduação, pelo direcionamento e apoio nas suas administrações.

Às **funcionárias da Biblioteca Setorial de Odontologia**, pelo auxílio na busca da literatura.

Aos **técnicos e funcionários do Curso de Odontologia Lauro e Batista**, e aos demais, que proporcionaram ótimo ambiente de trabalho.

À **Ana Frandalozo**, secretária do curso de Pós-Graduação, pela presteza nas solicitações.

À **Dona Léa, Dona Talita, Richard e Bruno**, pelo empenho na disciplina de Dentística e Clínica Integrada, e pelo convívio num ambiente de amizade.

Às operadoras do microscópio eletrônico de varredura **Mislene Aparecida de Castro** e **Keila Christina Kleinjohann**, pela atenção e auxílio na execução das fotomicrografias.

Ao estatístico **Adriano Ferreti Borgatto**, pela excelente condução da análise estatística deste trabalho.

*"A arte da vida consiste em fazer da vida uma obra de arte."*

Gandhi

*"Lança o saber e não terás tristeza."*

Lao Tsé



SILVA, Silvana Batalha. **Influência do condicionamento ácido prévio ao clareamento intracoronário na resistência de união de uma resina composta à dentina humana.** 2008. 165 f. Dissertação (Mestrado em Odontologia – opção: Dentística) – Programa de Pós-Graduação em Odontologia, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis.

## RESUMO

O objetivo deste estudo *in vitro* foi avaliar que tipo de influência o condicionamento com ácido fosfórico a 35%, previamente ao clareamento intracoronário, representou na resistência adesiva de uma resina composta à dentina humana, por meio do teste de microtração. De forma complementar, também se analisaram, sob microscopia eletrônica de varredura, os modos de falha dos filetes fraturados. Para tanto, 20 pré-molares humanos extraídos foram coletados e tiveram sua face oclusal preparada, resultando em uma cavidade do tipo classe I ampla, com profundidade dentinária média. Os dentes foram aleatoriamente divididos em 4 grupos. No grupo controle 1 (C1), os dentes não receberam tratamento clareador nem condicionamento ácido prévio e permaneceram apenas com um curativo controle, com água destilada. O grupo controle 2 (C2) recebeu apenas a pasta clareadora, porém sem condicionamento ácido prévio. Os dentes do grupo experimental 1 (E1) foram condicionados previamente por 15 s antes do clareamento; e o grupo experimental 2 (E2) foi condicionado por 30 s antes do clareamento. Os grupos C2, E1 e E2 foram clareados com uma pasta formada por peróxido de hidrogênio a 30% e perborato de sódio, durante 21 dias, tendo sido os curativos trocados a cada 7 dias. Ao final do tratamento clareador, todos os dentes receberam curativos de demora com hidróxido de cálcio e água destilada por mais 7 dias. Aos 28 dias, as cavidades foram restauradas definitivamente pela técnica do condicionamento ácido total, com uma resina composta nanoparticulada e um sistema adesivo de frasco único. As porções radiculares foram seccionadas a 4 mm da junção cimento/esmalte e foram descartadas. A coroa dental foi seccionada na forma de filetes para o teste de microtração em uma máquina de ensaios universal (Instron, modelo 4444, Instron Corp., Canton, MA, EUA). Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância a um critério (ANOVA), complementada pelos testes F e Tukey ( $p \leq 0,05$ ). Não houve diferença estatística entre os grupos C1, C2 e E1. Entretanto, a média do grupo E2 foi estatisticamente mais baixa em relação à dos demais. Neste estudo, o clareamento intracoronário não diminuiu a resistência de união, contudo o condicionamento ácido prévio de 30 s fez diminuir a resistência adesiva da resina composta à dentina clareada.

Palavras-chave: Clareamento de dente. Ataque ácido dentário. Adesivos dentinários. Resistência à tração. Microscopia eletrônica de varredura. Dentística operatória.

SILVA, Silvana Batalha. **Influência do condicionamento ácido prévio ao clareamento intracoronário na resistência de união de uma resina composta à dentina humana.** 2008. 165 f. Dissertação (Mestrado em Odontologia – opção: Dentística) – Programa de Pós-Graduação em Odontologia. Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis.

## ABSTRACT

The aim of this in vitro study was to evaluate the influence of etching with 35% phosphoric acid prior to nonvital bleaching on the microtensile bond strength of composite resin to human dentin. In addition, scanning electron microscopy analysis of the fractured specimens was performed. Twenty extracted human premolars were selected and prepared on the occlusal surface in order to obtain large Class I cavities with depth in the middle dentin, and randomly assigned to four groups (n=5): Group Control 1 (C1), teeth were not subjected to bleaching treatment nor previous acid etching (intermediate dressing containing distilled water); Group Control 2 (C2) teeth received the bleaching paste but no acid etching was performed; Group Experimental 1 (E1) – acid etching was performed for 15s prior to bleaching; and Group Experimental 2 (E2) – acid etching for 30s prior to bleaching. Groups C2, E1 e E2 were bleached using a paste containing 30% hydrogen peroxide and sodium perborate for 21 days, with renew all of the dressing each 7 days. After this period, all teeth received a intermediate dressing containing calcium hydroxide and distilled water for additional 7 days. After 28 days, the cavities were restored using a total-etch technique, with a nanofilled composite resin and an one-bottle total-etch adhesive. Then, the radicular portions were sectioned 4 mm apical to the cement-enamel junction, and the crowns were sectioned to obtain sticks for the microtensile bond strength testing in a universal testing machine (Instron, model 4444, Instron Corp., Canton, Mass., USA). Data were subjected to one-way ANOVA, and Tukey's test ( $p \leq 0.05$ ). There were no statistically significant differences between groups C1, C2, and E1. On the other hand, mean values of Group E2 were statistically lower than the other groups. According with the results, nonvital bleaching did not decrease the microtensile bond strength of a nanofilled composite resin to human dentin, but etching with phosphoric acid for 30 seconds decreased the bond strength to bleached human dentin.

Key-words: Tooth bleaching. Acid etching. Dentin-bonding agents. Tensile strength. Scanning electron microscopy. Operative dentistry.

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Raspagem do tecido gengival do dente extraído com cureta periodontal. ....	95
Figura 2. Novo exame dos pré-molares superiores extraídos após a raspagem do tecido periodontal. ....	96
Figura 3. Radiografias periapicais realizadas antes do preparo cavitário. ....	97
Figura 4-A. Pré-molar limpo, pronto para ser fixado na cera utilidade contida no interior do cilindro de PVC. ....	97
B. Inserção da porção radicular do dente na cera utilidade. ....	97
C. Vista aproximada do elemento dental inserido cerca de 2 mm aquém da junção amelocementária. ....	97
Figura 5-A. Diagrama do preparo cavitário em corte longitudinal, no sentido vestibulolingual, com a ponta diamantada nº 3131, em dentina de profundidade média. ....	99
B. Diagrama mostrando a forma de contorno da cavidade (vista oclusal). ....	99
C. Foto da execução do preparo cavitário, por vista proximal, com a ponta diamantada nº 3131, em dentina de profundidade média. ....	99
D. Foto do preparo cavitário do tipo classe I (vista oclusal). ....	99
Figura 6. Pontas diamantadas com o mesmo formato, com 3 granulometrias diferentes, utilizadas no preparo, acabamento e polimento da cavidade. Da esquerda para a direita: nº 3131, 3131 F e 3131 FF. ....	100
Figura 7. Condicionamento ácido nas margens do esmalte do ângulo cavossuperficial, com ácido fosfórico a 35%, por 30 s. ....	103
Figura 8-A. Diagrama do curativo de demora com bolinha de algodão e água destilada, selado com resina composta, do grupo C1, em corte longitudinal proximal, no sentido vestibulolingual. ....	103
B. Foto do dente com curativo controle (vista oclusal). ....	103
C. Selamento com adesivo nas margens da restauração provisória de resina composta. ...	103
Figura 9. Remoção da restauração provisória de resina composta com uma ponta diamantada esférica. ....	104
Figura 10-A. Cavidade classe I preenchida com uma pasta de hidróxido de cálcio e água destilada. ....	105
B. Selamento provisório da cavidade com um tampão de resina composta. ....	105
Figura 11-A. Condicionamento com ácido fosfórico a 35%, por 30 s no esmalte e 15 s na dentina. ....	106
B. Após lavagem com spray ar/água e secagem, foi aplicado o sistema adesivo com um pincel descartável. ....	106
C. Fotoativação do sistema adesivo. ....	106

Figura 12-A. Inserção dos incrementos de resina composta na cavidade. ....	106
B. Diagrama da cavidade, em corte longitudinal proximal, no sentido vestibulolingual, com os incrementos de resina composta da restauração definitiva. ....	106
Figura 13-A. Pasta de perborato de sódio e peróxido de hidrogênio a 30% inserida no interior da cavidade. ....	108
B. Selamento da restauração provisória com resina composta e sistema adesivo nas margens. ....	108
C. Diagrama, em corte longitudinal proximal, no sentido vestibulolingual, do dente selado provisoriamente com resina composta, contendo o curativo clareador de demora. ..	108
Figura 14. Condicionamento ácido do esmalte e da dentina. ....	110
Figura 15-A e B. Dente fixado com cera no dispositivo de fixação para corte. ....	113
Figura 16-A. Dispositivo de fixação para corte. ....	113
B. Dispositivo parafusado no braço da máquina de cortes, permitindo a aproximação do disco de corte. ....	113
Figura 17-A. Demarcação na porção radicular para execução do corte com disco diamantado. ....	114
B, C, D. Seqüência do corte realizado sob refrigeração com água, até a completa secção da raiz. ....	114
Figura 18-A. Raiz dental completamente seccionada. ....	115
B e C. Após o descarte da porção apical, o remanescente pulpar da parte coronal foi removido com o auxílio de uma sonda exploradora. ....	115
Figura 19-A. Condicionamento ácido da dentina no interior da câmara pulpar, por via apical, durante 15 s. ....	116
B. Após a lavagem do ácido e leve secagem, o sistema adesivo foi aplicado. ....	116
C. Fotoativação do sistema adesivo. ....	116
Figura 20-A. Inserção dos incrementos de resina composta no interior da câmara pulpar, por via apical. ....	116
B. Fotoativação final da resina composta. ....	116
Figura 21-A. Coroa fixada com cera, no reservatório do dispositivo para corte. ....	118
B. Vista aproximada do dente fixado pronto para os cortes seqüenciais, com a face oclusal voltada para cima. ....	118
Figura 22-A. Posicionamento do disco de corte na face vestibular. ....	119
B. Ajuste em zero da máquina de cortes. ....	119
C. Disco posicionado na região palatina para medição da distância vestibulolingual. ....	119
Figura 23. Primeiro corte realizado próximo à face vestibular para eliminação do esmalte vestibular. O segundo corte tem por finalidade eliminar o esmalte palatino. ....	119

Figura 24-A. Disco posicionado próximo à face mesial, onde a máquina de cortes foi zerada. ....	120
B. Posicionamento do disco de cortes próximo à face distal para mensuração da distância méso-distal. ....	120
C. Terceiro e quarto cortes realizados com a finalidade de eliminar o esmalte das faces mesial e distal. ....	120
Figura 25-A. Cortes sequenciais paralelos aos terceiro e quarto cortes, no sentido méso-distal. ....	120
B. Plastificação de cera nos espaços dos cortes realizados anteriormente. ....	120
Figura 26. Oitavo, nono e décimo cortes realizados perpendicularmente aos anteriores, dando forma a 16 filetes. ....	121
Figura 27. Filetes compostos de resina composta e dentina. ....	121
Figura 28. Mensuração do filete, próximo à região da interface. ....	122
Figura 29-A. Dispositivo de Geraldeli para microtração. ....	123
B. Inserção do filete na canaleta do dispositivo de Geraldeli, para colagem das extremidades com cola de cianocrilato. ....	123
Figura 30-A. Filete de resina composta e dentina, fixado ao dispositivo de Geraldeli, adaptado à máquina de ensaios universal (Instron, modelo 4444) para microtração. ....	123
B. Filete fraturado após a aplicação da carga de tração. ....	123
Figura 31-A e B. Diferentes vistas da matriz metálica bipartida. As setas indicam o nicho onde os materiais devem ser inseridos. ....	124
C. Vista aproximada do nicho da matriz metálica bipartida. ....	124
Figura 32-A. Inserção da resina composta no interior do nicho da matriz metálica bipartida. ....	125
B. Filete de resina composta após fotoativação. ....	125
Figura 33-A. Inserção do sistema adesivo no interior do nicho da matriz metálica bipartida. ....	125
B. Filete de adesivo após a fotoativação. ....	125
Figura 34. Fotomicrografia do topo do filete fraturado de resina composta (Filtek Supreme). ....	126
Figura 35. Fotomicrografia em maior aumento do filete fraturado de resina composta (Filtek Supreme). ....	126
Figura 36. Fotomicrografia do topo do filete de adesivo (Single Bond 2). ....	127
Figura 37. Fotomicrografia em maior aumento do topo do filete de adesivo (Single Bond 2). ....	127
Figura 38. Vista aproximada do topo do filete de dentina. ....	128

Figura 39. Desenho esquemático representativo dos tipos de falha durante o teste de resistência de união, a partir da classificação de Hashimoto et al. (2002). .....	129
Figura 40. Médias (MPa) da resistência de união à microtração dos grupos C1, C2, E1 e E2. ....	132
Figura 41. Gráfico de dispersão (Blox-plot) dos resultados para todos os grupos. ....	133
Figura 42. Fotomicrografia do topo do filete fraturado, pertencente ao grupo C1, mostrando fratura mista (tipo D), que envolveu resina composta (RC), adesivo (A) e camada híbrida (CH). ....	135
Figura 43. Fotomicrografia em maior aumento do topo do filete fraturado da Figura 42, evidenciando a fratura mista que envolveu resina composta (RC), adesivo (A) e camada híbrida (CH). ....	136
Figura 44. Fotomicrografia do topo do filete fraturado, pertencente ao grupo C2, mostrando fratura mista, que envolveu a camada híbrida (CH), adesivo (A) e resina composta (RC). ....	136
Figura 45. Fotomicrografia do topo do filete fraturado, pertencente ao grupo E1, mostrando fratura mista, envolvendo resina composta (RC) e adesivo (A). ....	137
Figura 46. Fotomicrografia em maior aumento do topo do filete fraturado da Figura 45, classificada como tipo D (mista), pois envolveu resina composta (RC) e adesivo (A). ....	137
Figura 47. Fotomicrografia do topo do filete fraturado, pertencente ao grupo E2, com fratura do tipo D (mista), envolvendo resina composta (RC) e adesivo (A). ....	138
Figura 48. Fotomicrografia em maior aumento do topo do filete fraturado da Figura 47, classificado como tipo D (mista), envolvendo resina composta (RC) e adesivo (A). ....	138

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Número de filetes eliminados em cada grupo. C1 – grupo controle 1; C2 – grupo controle 2; E1 – grupo experimental 1; E2 – grupo experimental 2; A – fratura coesiva em resina composta; C – fratura coesiva em dentina. ....	130
Tabela 2. Resultados dos valores de resistência de união à microtração da resina composta à dentina, e análise estatística descritiva (média em MPa, desvio padrão, coeficiente de variação, intervalo de confiança de 95%, limite inferior e superior). ....	131
Tabela 3. Médias, desvios padrão e resultados do Teste de Tukey para comparações entre os grupos em relação ao valor da tensão em megapascal (MPa). ....	134
Tabela 4. Classificação dos filetes fraturados de acordo com o modo de falha. Tipo A – falha coesiva em resina composta; Tipo B – falha coesiva no adesivo ou na camada híbrida; Tipo C – falha coesiva na dentina; Tipo D – falha mista (associação de pelo menos duas das anteriores). ....	135

## LISTA DE ABREVIATURAS

A – Falha coesiva na resina composta

B – Falha coesiva no adesivo ou camada híbrida

C – Falha coesiva na dentina

C1 – Grupo controle 1

C2 – Grupo controle 2

D – Falha mista

DP – Desvio padrão

E1 – Grupo experimental 1

E2 – Grupo experimental 2

Hidróxido de cálcio PA – Hidróxido de cálcio pró-análise

LED – *Light emitting diode*

MEV – Microscópio eletrônico de varredura

MPa – Megapascal



## SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO</b>	21
<b>2</b>	<b>REVISÃO DA LITERATURA</b>	24
2.1	CLAREAMENTO DENTAL – DENTES VITAIS E NÃO VITAIS	24
2.2	LAMA DENTINÁRIA E CONDICIONAMENTO ÁCIDO	53
2.3	ADESÃO E CLAREAMENTO DENTAL	63
2.3.1	Esmalte	63
2.3.2	Dentina	75
2.4	TESTE DE RESISTÊNCIA DE UNIÃO – MICROTRAÇÃO	84
<b>3</b>	<b>PROPOSIÇÃO</b>	93
<b>4</b>	<b>MATERIAL E MÉTODOS</b>	94
4.1	OBTENÇÃO E SELEÇÃO DOS DENTES	94
4.2	PREPARO DOS DENTES PARA O EXPERIMENTO	96
4.3	TRATAMENTO CLAREADOR E RESTAURADOR	102
4.3.1	Grupo Controle 1	102
4.3.2	Grupo Controle 2	107
4.3.3	Grupo Experimental 1	109
4.3.4	Grupo Experimental 2	111
4.4	TESTE DE MICROTRAÇÃO	112
4.4.1	Preparo dos dentes para o teste de microtração	112
4.4.2	Obtenção dos filetes para o teste de microtração	117
4.4.3	Teste de resistência de união por microtração	122
4.5	ANÁLISE DO TIPO DE FRATURA EM MEV	124
4.6	ANÁLISE ESTATÍSTICA DOS RESULTADOS	129
<b>5</b>	<b>RESULTADOS</b>	130
5.1	RESISTÊNCIA DE UNIÃO À MICROTRAÇÃO	130
5.2	TIPOS DE FRATURAS	134
<b>6</b>	<b>DISCUSSÃO</b>	139
<b>7</b>	<b>CONCLUSÃO</b>	149
	<b>REFERÊNCIAS</b>	150
	<b>ANEXOS</b>	156
	<b>ANEXO A</b>	157
	<b>ANEXO B</b>	159

**APÊNDICES ..... 161**  
**APÊNDICE A ..... 162**

## 1 INTRODUÇÃO

A grande procura por tratamentos odontológicos que harmonizem o sorriso confirma a valorização da estética em nossa sociedade. Dentes traumatizados e/ou tratados endodonticamente podem exibir alteração de cor, o que geralmente é a primeira evidência de anormalidade observada na dentição humana, rompendo o equilíbrio e a harmonia do sorriso (HATTAB; QUDEIMAT; AL-RIMAWI, 1999).

Restaurações para recobrir dente escurecido eram a única alternativa viável há alguns anos. Coroas ou facetas restabeleciam a estética do dente e a auto-estima do paciente, porém, inevitavelmente, constituíam tratamentos muito invasivos. Atualmente, os pacientes não procuram apenas resgatar ou aprimorar a beleza do sorriso, mas buscam também tratamentos que preservem o máximo possível a estrutura dental. Com isso, o clareamento tornou-se popular e tem sido bem aceito por pacientes e cirurgiões-dentistas como um modo simples e seguro de restabelecer a cor de dentes escurecidos (DE FREITAS et al., 2004; GOLDSTEIN, 1987; HAYWOOD, 1992; HOWELL, 1980; JUSTINO; TAMES; DEMARCO, 2004). Assim, o clareamento intracoronário está bem indicado, visto que preserva a forma e o contorno original do dente (CASEY et al., 1989) e pode, nos casos em que o escurecimento tem prognóstico sombrio, servir de pré-tratamento para outras modalidades restauradoras (CAUGHMAN; FRAZIER; HAYWOOD, 1999; HAYWOOD, 1992).

O tratamento clareador em dentes não-vitais escurecidos tem sido feito há pelo menos 100 anos, com inúmeros materiais e ótima aceitação clínica (LEMIEUX; TODD, 1981; SHINOHARA et al., 2005). Entre as técnicas existentes, basicamente duas são indicadas para clarear dentes escurecidos tratados endodonticamente: a técnica imediata, que utiliza peróxido de hidrogênio ativado por calor (termocatalítica) ou lâmpadas; e a técnica mediata, que preconiza a inserção e o selamento do agente clareador no interior da câmara pulpar por um período de 3 a 7 dias, num total de 2 a 3 sessões (BARATIERI et al., 1995; CASEY et al., 1989; NUTTING; POE, 1967; SWIFT, 1988).

A ocorrência de reabsorções radiculares externas está entre os possíveis efeitos adversos do clareamento intracoronário (HARRINGTON; NATKIN, 1979; MONTGOMERY, 1984). Outras precauções remetem à sua imprevisibilidade em relação aos resultados (BARATIERI et al., 1995; CAUGHMAN; FRAZIER; HAYWOOD, 1999; HOWELL, 1980; NUTTING; POE, 1967; WALTON et al., 1983), bem como à baixa resistência de união e capacidade de selamento das resinas compostas em dentes submetidos aos agentes clareadores (GARCÍA-GODOY et al., 1993; RUSE et al., 1990; SHINOHARA et al., 2005; SHINOHARA; RODRIGUES; PIMENTA, 2001; TEIXEIRA et al., 2003; TITLEY et al., 1988). Segundo Shinohara et al. (2005) e Spyrides et al. (2000), o oxigênio residual presente nos tecidos dentais pode ser responsável por essa queda na resistência de união.

A desobstrução dos túbulos dentinários após a remoção da lama dentinária aumenta a permeabilidade dos tecidos dentais (PASHLEY et al., 1983). Esse fato tem levado muitos profissionais a promover o condicionamento ácido como passo pré-operatório ao tratamento clareador (BARATIERI et al., 1993, 1995; BOKSMAN; JORDAN; SKINNER, 1983; CASEY et al., 1989; HALL, 1991; HOWELL, 1980; SWIFT, 1988; WALTON et al., 1983). Todavia, esse procedimento tem sido executado de forma empírica, pois ainda não estão cientificamente claros quais os efeitos biológicos e físicos nos tecidos dentais, decorrentes da exposição ao condicionamento ácido previamente à aplicação de um agente clareador (CASEY et al., 1989; HALL, 1991; TITLEY; TORNECK; SMITH, 1988), haja vista que o tratamento clareador, por si mesmo, já aumenta a permeabilidade dentinária (CARRASCO et al., 2003, 2007; ROTSTEIN; LEHR; GEDALIA, 1992). Outro detalhe diz respeito ao não-consenso na literatura sobre a existência de algum efeito deletério ou benéfico na aplicação de ácido fosfórico previamente ao clareamento de dentes não-vitais. Além da eficácia do clareamento, outro ponto importante é a análise da resistência de união das resinas compostas ao tecido dental tratado com a combinação desses produtos, já que inúmeros trabalhos ressaltaram as alterações estruturais causadas pelo condicionamento ácido (BRÄNNSTRÖM; NORDENVALL, 1977; DIPPEL; BORGGREVEN; HOPPENBROUWERS, 1984; HALL, 1991; HASHIMOTO et al., 2000b; RUSE et al., 1990; TITLEY; TORNECK; SMITH, 1988).

Este estudo tem por objetivo avaliar, por meio do teste de microtração, a resistência de união de uma resina composta à dentina, após tratamento clareador interno com peróxido de hidrogênio a 30% e perborato de sódio, submetido ou não ao prévio condicionamento com ácido fosfórico a 35%, em diferentes tempos de aplicação.

## 2 REVISÃO DE LITERATURA

### 2.1 CLAREAMENTO DENTAL

Nutting e Poe (1967) discutiram sobre as inúmeras etiologias do escurecimento de dentes tratados endodonticamente e descreveram uma técnica de clareamento intracoronário mediata, para dentes não-vitais, chamada de *The Walking Bleach Technique*. A principal vantagem dessa técnica, segundo os autores, foi a grande economia de tempo clínico alcançada, pois não existia mais a necessidade de aplicação de calor para acelerar o clareamento no consultório. O primeiro pré-requisito para essa modalidade de clareamento é a existência de um tratamento endodôntico adequado, além do que a coroa dental não deve ter muitas restaurações; caso contrário, o resultado estético será pobre. No caso de existirem ainda outros defeitos estruturais como fraturas ou trincas, uma restauração que ofereça cobertura total está mais bem indicada. Após a seleção do caso, é necessário remover do interior do conduto radicular cerca de 2 mm a 3 mm de guta-percha em direção apical, de forma a criar espaço para a colocação do curativo de demora. O agente clareador indicado pelos autores é uma pasta formada por peróxido de hidrogênio a 30% (Superoxol) e perborato de sódio, a qual é inserida na câmara pulpar e selada com cimento de óxido de zinco e eugenol. O paciente deve retornar ao consultório a cada 3 ou 5 dias, e a cor do dente deve ser comparada com a inicial; se ainda houver a necessidade de clareamento, o curativo com agente clareador deve ser repetido.

Harrington e Natkin (1979) descreveram 4 casos clínicos de reabsorção radicular externa na região cervical de dentes que receberam tratamento clareador intracoronário. Os autores comentaram que, apesar de não haver uma relação exata entre o clareamento intracoronário e a reabsorção cervical externa, grande número de casos tem sugerido que pode existir evidência positiva entre as duas ocorrências. Observação atenta e cuidadosa deve ser realizada nas radiografias periapicais após o trauma e antes do clareamento, a fim

de interpretar-se distintamente entre uma possível reabsorção cervical precoce e apenas uma radiolucidez cervical. A perda de vitalidade dental por trauma em pacientes jovens, o uso de calor como agente acelerador nos tratamentos clareadores e áreas de reabsorção presentes apenas no terço cervical da raiz foram algumas circunstâncias em comum nas histórias clínicas relatadas. Algumas hipóteses de causas para a reabsorção cervical levantadas pelos pesquisadores dizem respeito a um possível escoamento do agente clareador para os tecidos gengivais ou a difusão dele através dos túbulos dentinários até o ligamento periodontal cervical. Além disso, tanto o calor do instrumento quanto a alta temperatura das lâmpadas utilizados para acelerar o clareamento podem provocar injúria ao ligamento periodontal.

Howell (1980) revisou a literatura sobre clareamento intracoronário e realizou uma pesquisa clínica com 41 dentes não-vitais clareados mediante a combinação das técnicas mediata e termocatalítica. Em relação à seleção do caso, o dente candidato ao clareamento deve ter um tratamento endodôntico de qualidade, não deve possuir grandes restaurações nem apresentar evidência radiográfica de qualquer patologia. Dentes com alterações de cor oriundas da decomposição orgânica são mais favoráveis ao clareamento em comparação com aqueles cujo escurecimento foi ocasionado pelo amálgama, por exemplo. O mecanismo de ação do clareamento dental dá-se por agentes que promovem reações de oxidação e redução. Os agentes mais comumente utilizados são o peróxido de hidrogênio como solução aquosa a 30% (Superoxol) ou com uma solução de éter a 25% (Pyrozone). Eles podem ser ativados por lâmpadas ou instrumentos aquecidos. Para o trabalho clínico, 41 dentes não-vitais e escurecidos foram selecionados e tiveram sua cor inicial registrada e classificada com o auxílio de uma escala de cor, após uma profilaxia. Cada dente recebeu isolamento absoluto, teve sua câmara pulpar aberta por lingual e removidos 2 mm de material obturador nas entradas dos condutos radiculares. Os remanescentes radiculares foram removidos. Se houvesse dúvida quanto ao selamento do canal radicular, uma camada de fosfato de zinco era colocada como base. Com o objetivo de abrir os túbulos dentinários, a dentina foi condicionada com ácido fosfórico a 30% por 1 min. Para o curativo de demora, uma bolinha de algodão com peróxido de hidrogênio a 30% foi inserida na câmara pulpar e selada

provisoriamente, enquanto mais agente clareador foi aplicado sobre o esmalte vestibular e ativado com uma luz ultravioleta. O tratamento foi repetido até o momento em que a cor do dente em questão ficava mais clara que os dentes adjacentes. A restauração definitiva, então, foi realizada internamente com guta-percha e externamente com resina composta. A presença da guta-percha facilitaria o acesso à câmara pulpar caso fosse necessário repetir o tratamento. Dos 41 dentes, 37 clarearam satisfatoriamente, 3 tiveram sua cor melhorada, porém não o suficiente para igualar-se aos dentes vizinhos, e 1 não respondeu ao tratamento, provavelmente por estar escurecido há mais de 40 anos. Muitos *debris* e remanescentes necróticos são encontrados no interior da câmara pulpar, portanto a simples limpeza após o tratamento endodôntico já previne o escurecimento do dente. O autor especulou que dentes de pacientes com mais idade poderiam apresentar maior dificuldade de clareamento devido aos túbulos dentinários mais estreitos e à formação de dentina secundária, visto que os 3 dentes da pesquisa que não alcançaram clareamento total estavam presentes em pacientes com mais de 35 anos de idade. Como vantagens, o tratamento proporciona a mínima remoção de tecido dental sadio e melhora a estética do paciente, muitas vezes evitando a confecção de uma prótese unitária, que pode contribuir para uma inflamação gengival.

Lemieux e Todd (1981) introduziram o seu artigo com uma revisão de literatura sobre clareamento de dentes não-vitais e comentaram que muitos profissionais ainda advogavam o uso de agentes clareadores ativados por lâmpadas. O dente despolpado e escurecido deve ser bem selecionado para o tratamento, e o profissional deve avaliar os prós e os contras em relação às restaurações de cobertura total, pois em alguns casos pode haver recidivas. A técnica descrita combina a aplicação de peróxido de hidrogênio a 30% com um instrumento aquecido (após a realização do selamento cervical com cimento de policarboxilato) em consultório, associado à colocação de curativo de demora com peróxido de hidrogênio e perborato de sódio no interior da câmara pulpar por mais 48 h. Os autores concluem que a técnica descrita combina as melhores características de cada tipo de clareamento de dentes não-vitais, o que resulta em um clareamento simples e efetivo.



Boksman, Jordan e Skinner (1983) apresentaram um artigo sobre clareamento de dentes não-vitais no qual discutiram os principais passos pré-operatórios, as etiologias do manchamento e as contra-indicações. Antes da aplicação do agente clareador, os tecidos moles vizinhos devem ser protegidos do efeito cáustico com um creme, juntamente com um lençol de borracha, para um selamento adequado. Aproximadamente 1,5 mm do preenchimento endodôntico radicular deve ser removido com o intuito de gerar espaço para a confecção do tampão cervical com cimento de policarboxilato. Os autores recomendam a aplicação de ácido fosfórico a 35% ou 37% como condicionamento prévio no interior da câmara pulpar e na superfície externa do esmalte por 1 min, com os objetivos de abrir os túbulos dentinários e de provocar uma superfície porosa no esmalte para aumentar a permeabilidade do agente clareador através dos tecidos dentais. A solução recomendada para a técnica termocatalítica foi uma mistura composta de 6 partes de peróxido de hidrogênio a 30% (Superoxol) e 1 parte de álcool etílico, este último com a finalidade de diminuir a tensão superficial do clareador e permitir uma penetração melhor e mais profunda nos túbulos dentinários e no esmalte. Uma bolinha de algodão saturada com a solução deve ser aplicada na câmara pulpar e aquecida com um instrumento a cerca de 140 °C a 160 °C para ativar o agente clareador por 1 min, procedimento repetido por 3 vezes. Nas faces vestibular e lingual, uma gaze também embebida com a solução deve ser aplicada com o instrumento aquecido por 2 min. Como continuação do clareamento, indica-se o clareamento mediato com peróxido de hidrogênio e perborato de sódio no interior da câmara pulpar, selado provisoriamente com fosfato de zinco ou cimento de policarboxilato. Os autores recomendam ainda uma nova aplicação de ácido fosfórico, antes da restauração em resina composta definitiva, para eliminar possíveis infiltrações marginais.

Walton et al. (1983) avaliaram a eficácia e a longevidade do tratamento clareador interno em dentes de cães manchados por tetraciclina. Os autores já haviam realizado o mesmo estudo de comparação, porém com agentes aplicados externamente em esmalte manchado por tetraciclina. Entretanto, os resultados não foram favoráveis porque as manchas estavam confinadas principalmente na dentina, as quais se tornam inacessíveis nesse

caso. Para tanto, 3 filhotes de cães receberam doses maciças de tetraciclina após a primeira semana de nascimento, as quais mancharam seus dentes permanentes, e três formas diferentes de tratamento foram realizadas. O grupo A não recebeu nenhum procedimento e serviu como controle visual (11 dentes); o grupo B recebeu apenas endodontia (9 dentes); e o grupo C recebeu endodontia e clareamento intracoronário (15 dentes). O clareamento foi realizado com uma pasta de peróxido de hidrogênio a 30% e perborato de sódio, porém com condicionamento prévio com ácido fosfórico a 50% por 1 min para a remoção da lama dentinária. O curativo foi renovado mais uma vez, o que totalizou 2 semanas de tratamento. Executaram-se fotografias padronizadas no pré-operatório, no pós-operatório imediato, e em 2, 3, 4 e 25 semanas após o tratamento. As análises visuais por fotografia foram realizadas por 4 avaliadores treinados. O grupo clareado mostrou melhora significativa na cor, e os resultados persistiram por 25 semanas, embora isso não indique que a longevidade seja assegurada em todos os casos. A razão para a efetividade desse tipo de clareamento em dentes manchados por tetraciclina foi a melhor difusão do agente clareador através da dentina, em comparação ao esmalte.

Montgomery (1984), com base nas informações relatadas por Harrington e Natkin (1979), descreveu um caso clínico de reabsorção cervical externa em um incisivo central superior esquerdo. O paciente sofreu um trauma nesse dente, que apresentou escurecimento mesmo tendo sido submetido a tratamento endodôntico com cone de prata. Após 6 anos, o conduto radicular foi retratado com guta-percha, recebeu clareamento intracoronário e foi restaurado na face palatina com amálgama. Dois anos após, o autor recebeu esse paciente, que apresentava uma fístula por vestibular e distal no mesmo dente. Por meio de exame radiográfico, confirmou-se o diagnóstico de reabsorção cervical externa, porém o periápice do dente estava dentro dos padrões de normalidade. A remissão dos sintomas ocorreu mediante terapia com hidróxido de cálcio no interior do canal e formação de tecido calcificado no defeito radicular. Para melhorar a cor do elemento dental, uma mistura de peróxido de hidrogênio e perborato de sódio foi aplicada como curativo de demora e, após o clareamento, o dente foi restaurado definitivamente. O paciente mudou de cidade e,

quando retornou, o dente 21, que estava assintomático, havia recebido um pino intraradicular e uma coroa total, porque o paciente achava que seu dente estava “enfraquecido”. No último exame radiográfico, não havia novas áreas de reabsorção, apesar de a área distal da coroa estar diminuída. O autor revelou que sua intenção em tratar a reabsorção com hidróxido de cálcio era cessá-la e, se possível, obter algum tecido calcificado na área de perfuração, o que pareceu ocorrer após 7 meses. Isso pode ter sido resultado do aumento de pH na dentina adjacente, o que criou um ambiente desfavorável à reabsorção inflamatória.

Goldstein (1987) publicou um artigo no qual revisou inúmeros pontos em relação aos materiais clareadores à época. Manchas por tetraciclina, ocorrência de fluorose e degeneração pulpar podem ser etiologias do manchamento dental, entre outras. Segundo o autor, o sucesso do tratamento depende do tipo de manchamento e do tempo em que está presente. Dentes não-vitais escurecidos são candidatos ideais para o clareamento, já que com a ausência de vitalidade pulpar a aplicação de calor pode ser utilizada sem maiores problemas; entretanto, em alguns casos de manchas muito severas, alternativas restauradoras como facetas e coroas podem ser necessárias para restabelecer a estética adequada. Uma das causas específicas de manchamentos de dentes não-vitais é a degeneração pulpar, que está diretamente relacionada ao espaço de tempo entre a perda da vitalidade e o tratamento. Presença de rachaduras ou de fendas no esmalte, restaurações extensas onde pouco esmalte remanesce ou manchas causadas por metais como amálgama foram apontadas como casos de contra-indicação para o clareamento intracoronário. O artigo aponta como grande vantagem do tratamento clareador a preservação do tecido dental, já que nem todos os dentes escurecidos necessitam de desgaste ou de recobrimento, para preservar a anatomia natural, embora nem sempre se possa prever a cor exata que o dente clareado alcançará ao final do tratamento. Antes da preparação para o clareamento, registros fotográficos e diagnóstico cauteloso foram indicados, assim como profilaxia. A solução de peróxido de hidrogênio a 35% foi indicada para clareamento tanto de dentes vitais como de não-vitais. Para os não-vitais, o primeiro passo indicado foi composto de limpeza da câmara pulpar, remoção de *debris*, remoção de cerca de 2 mm a 3 mm do material obturador e confecção de

um selamento cervical com fosfato de zinco de 1 mm a 2 mm coronalmente à linha cervical. Para a técnica mediata, a câmara pulpar pode ser preenchida com uma pasta de peróxido de hidrogênio a 35%, deixando-se espaço para a restauração provisória; e o paciente deve retornar depois de 5 dias.

Swift (1988) revisou as técnicas indicadas para clarear dentes vitais escurecidos e as inúmeras etiologias envolvidas nesse tipo de desarmonia estética. As técnicas de clareamento vital podem ser indicadas para inúmeros casos de manchas intrínsecas, entre elas o manchamento por tetraciclina. Outras possíveis causas de manchamento são idiopáticas, hereditárias, associadas ao envelhecimento, uso de tabaco, eritroblastose fetal ou relacionadas a dentes isolados, como a necrose pulpar. Segundo o artigo, diferentes técnicas estão disponíveis para clareamento de dentes vitais, entre as quais uma não é classificada efetivamente como clareamento, pois se trata da microabrasão, à base de ácido hidroclorídrico, que provoca desgaste na superfície de esmalte e é indicada para tratamento de manchas de fluorose superficiais. Outro método utilizado é a aplicação de calor controlado juntamente com peróxido de hidrogênio, o que provoca uma reação de oxidação, liberando as moléculas escuras que se encontram na intimidade dos tecidos dentais. Como algumas desvantagens são relacionadas a esses métodos, o autor apresenta uma nova técnica: o uso de uma lâmpada para clareamento, segundo os mesmos princípios físico-químicos oferecidos pelo instrumento aquecido. O protocolo inicia-se com o exame clínico completo, o diagnóstico do tipo de escurecimento, a profilaxia e o isolamento absoluto dos dentes com lençol de borracha. Antes da aplicação do agente clareador, o autor indica o condicionamento com ácido fosfórico a 37%, por 20 s a 30 s, para aumentar a efetividade do clareamento, já que isso promove maior porosidade do esmalte. Após a remoção do ácido com água, compressas de gaze saturadas com peróxido de hidrogênio a 35% devem ser aplicadas aos dentes, e a lâmpada, ativada por 30 min. Inicia-se a aplicação com média intensidade e, se não houver sensibilidade por parte do paciente, a potência pode ser aumentada. Ao final da sessão, o isolamento deve ser removido, e os dentes, adequadamente polidos. Uma nova sessão só deve ser realizada com intervalo de 2 a 3 semanas. A resposta

ao clareamento depende de inúmeros fatores, entre eles a localização do escurecimento, pois no clareamento vital o contato do agente diretamente sobre a dentina não ocorre, diferentemente do que sucede no clareamento intracoronário de dentes não-vitais. A severidade do manchamento também influencia no sucesso do tratamento, haja vista que manchas amareladas são mais facilmente clareadas do que escurecimentos nos tons marrom, cinza ou negro. O autor conclui ainda que, por ser uma técnica nova, apesar dos bons resultados oferecidos, a longevidade do procedimento e seus efeitos sobre o tecido pulpar devem ser mais profundamente pesquisados.

McEvoy (1989), em uma revisão de literatura, comentou acerca dos dois agentes clareadores mais usados na remoção de manchas nos dentes vitais: ácido hidroclorídrico e peróxido de hidrogênio. Idealmente, um agente removedor de manchas não deve apenas penetrar na estrutura dental para alcançá-las, mas também fazê-lo de forma rápida e seletiva, sem qualquer dano ao elemento dental. O mecanismo de ação do ácido hidroclorídrico é mais fácil de entender. Ele pode ser usado com abrasivos ou com calor. Quando está numa concentração de 18% a 36%, descalcifica o esmalte ao longo da mancha. Deve-se ter muita cautela com o uso desse agente, porquanto ele provoca condicionamento ácido após 2 min de aplicação laboratorial, e sua remoção de manchas não é seletiva. Por outro lado, poucas informações estão disponíveis acerca do mecanismo de ação do peróxido de hidrogênio. Ele é conhecido como potente agente oxidante, que age no esmalte e dentina por processos de oxidação, liberando oxigênio e causando uma ação de limpeza. Isso pode ser atribuído a seu baixo peso molecular, o que aumenta a movimentação de íons através dos tecidos dentais. O peróxido de hidrogênio leva mais tempo para clarear os dentes em comparação ao ácido hidroclorídrico, entretanto aquele apresenta uma ação mais seletiva, tornando-se um agente clareador mais seguro e conservador, o que amplia suas indicações. É importante conhecer a natureza do manchamento dental para um tratamento clareador de sucesso. O artigo sugere que, em manchas de esmalte superficiais associadas à fluorose ou trauma em pacientes jovens, a primeira opção deve ser a abrasão com ácido hidroclorídrico, pois esta remove manchas facilmente e com danos mínimos ao esmalte. Se a mancha for mais

profunda, o peróxido de hidrogênio deve ser usado. Nas manchas de tetraciclina, apenas o peróxido de hidrogênio é indicado. Um curto tempo de condicionamento ácido antes do clareamento também pode trazer benefícios, segundo a autora.

Haywood et al. (1990) estudaram a textura superficial do esmalte humano submetido ao clareamento com peróxido de carbamida a 10%, por meio de observações ao MEV. Para simular um tratamento clareador caseiro, 33 pré-molares humanos extraídos tiveram sua raiz embebida em resina acrílica, em blocos individuais, e sobre a coroa de cada dente uma moldeira plástica foi confeccionada para inserção do gel clareador. As cores iniciais da face vestibular foram registradas com escala de cor, mantendo-se a porção mesial de cada elemento como controle, ou seja, selada para evitar o contato com o gel clareador. Os dentes foram clareados durante 5 semanas, por 7 h diárias. Após a aplicação do clareador, armazenaram-se os espécimes durante 1 h em saliva artificial. As porções clareadas e as do grupo controle foram observadas no microscópio óptico com aumentos de 10x a 50x. Para visualização sob microscopia eletrônica, submeteram-se impressões em silicone e réplicas em resina epóxica a aumentos de 100x a 5.000x. Um achado interessante desse estudo foi ter havido clareamento igual tanto na área submetida ao clareador diretamente quanto indiretamente. Isso pode ser explicado pelo grande movimento do peróxido de hidrogênio no esmalte e na dentina, e sua habilidade de mover-se lateralmente através do dente. Por esse mesmo motivo, não se encontraram diferenças na textura superficial entre o grupo experimental e o controle, assim como os espécimes clareados não apresentaram aparência típica de condicionamento ácido. É recomendável que estudos futuros para avaliação da textura superficial e topografia do esmalte se façam em amostras separadas, tratadas independentemente. Duas grandes vantagens do clareamento caseiro sobre a técnica de consultório, segundo o autor, são a dispensa do uso de calor, com risco de injúria pulpar irreversível, e a não-necessidade de condicionamento ácido prévio para a realização do tratamento, pois este inevitavelmente exige polimento do esmalte após o tratamento.

Mediante microscopia eletrônica de varredura, Bitter (1992) investigou e descreveu o efeito de três agentes clareadores disponíveis comercialmente sobre o esmalte humano. Os clareadores utilizados no estudo foram Rembrandt Lighten (peróxido de carbamida), Ultra White (peróxido de carbamida a 10% e pré-tratamento com ácido cítrico e ácido fosfórico) e Natural White (peróxido de hidrogênio e pré-tratamento com ácido acético). Metade da superfície de esmalte dos espécimes foi coberta com fita de Teflon, para não sofrer a ação do clareador, e a outra metade foi exposta aos agentes clareadores por um total de 30 h, em ambiente úmido, para prevenir desidratação. As fotomicrografias revelaram que todos os agentes clareadores, após 30 h de aplicação, provocaram alteração da superfície do esmalte, deixando-a mais porosa, porém sem uniformidade, pois algumas superfícies não apresentam alterações significativas em comparação com o controle; outras demonstraram dissolução da superfície. O pré-tratamento do agente Ultra White apresentou aspecto de condicionamento ácido e, após o clareamento, houve dissolução do esmalte. O autor comentou que mais estudos devem ser realizados, pois os agentes clareadores ou suas soluções pré-tratamento podem ser naturalmente ácidos; estas podem ter um potencial de desmineralização no esmalte dental.

Rotstein, Lehr e Gedalia (1992) estudaram o efeito de agentes clareadores nos componentes inorgânicos e na solubilidade da dentina e do cemento humanos, quando submetidos a diferentes tempos de tratamento. Dentes hígidos extraídos foram pulverizados em forma de pó de dentina e cemento, sendo depois imersos em cinco diferentes soluções de tratamento mais uma para controle: peróxido de hidrogênio a 30%; peróxido de hidrogênio a 3%; perborato de sódio a 2% com peróxido de hidrogênio a 30%; perborato de sódio com peróxido de hidrogênio a 3%; perborato de sódio a 2% com água bidestilada; e água bidestilada (controle). Os tempos de exposição do pó de dentina e cemento foram de 15 min, 1 h, 24 h e 72 h, tudo à temperatura ambiente. Determinou-se a solubilidade pela análise do cálcio presente nas soluções nas quais a dentina e o cemento foram expostos, e a medição do conteúdo inorgânico foi realizada após um processo de incineração. Houve redução dos componentes orgânicos, tanto na dentina como no cemento, em todos os grupos de

clareamento, principalmente nos grupos que utilizaram somente peróxido de hidrogênio a 30% e este em conjunto com o perborato de sódio a 2%, nos períodos mais prolongados (24 h e 72 h). Esses agentes também foram os que provocaram maior solubilidade da dentina e cemento. Os autores concluem que o tratamento com peróxido de hidrogênio a 30% parece alterar a dentina e o cemento quimicamente, tornando-os mais solúveis e suscetíveis à reabsorção. Observam também que o grupo que utilizou perborato de sódio em água não apresentou alterações significativas e deve ser indicado para clareamento intracoronário.

Haywood (1992) realizou extensa revisão de literatura sobre a segurança das técnicas clareadoras, assim como as indicações de uso, suas vantagens e desvantagens. O peróxido de hidrogênio, em várias concentrações, é o principal agente utilizado nos clareamentos dentais, contudo seu mecanismo de ação ainda não está completamente esclarecido. Ele se encontra naturalmente no corpo humano em baixas concentrações e participa de algumas reações químicas. O histórico pesquisado pelo autor revelou que inúmeras outras substâncias já foram empregadas para o clareamento de dentes, como hipoclorito de cálcio, cloreto de alumínio, ácido oxálico, Pyrozone (éter e peróxido), dióxido de hidrogênio (peróxido de hidrogênio ou peridrol), peróxido de sódio e ácido sulfuroso. A grande maioria deles age como oxidantes diretos ou indiretos, na porção orgânica dos tecidos dentais. Mais tarde, confirmou-se que os mais efetivos eram o Pyrozone, o Superoxol e o dióxido de sódio. A partir da popularização da técnica de clareamento caseira, os pacientes em geral puderam ter acesso ao tratamento com custos menores, com mais segurança e com poucos efeitos colaterais. Porém, a técnica mais popular de clareamento vital é aplicada em consultório e envolve o uso de peróxido de hidrogênio a 35% e condicionamento prévio com ácido fosfórico. Já nos elementos não-vitais, a técnica de clareamento mediato pode adotar o peróxido de hidrogênio a 30% em conjunto com o perborato de sódio, na forma de curativos de demora, ou por meio da aplicação da solução de peróxido de hidrogênio a 30%, em consultório. Os procedimentos adesivos devem ser adiados por pelo menos 14 dias para recuperação da resistência adesiva. Em relação aos efeitos do peróxido de hidrogênio nos tecidos moles, eles podem ocorrer somente quando o



tempo de aplicação e a dosagem são exageradamente aumentados. A concentração e a dose de peróxido de hidrogênio utilizadas no clareamento dental são baixas e insuficientes para motivar qualquer preocupação em relação à toxicidade e à mutagenicidade. Quando a técnica não oferece sucesso total, o clareamento realizado antes da confecção de facetas, por exemplo, pode torná-las mais estéticas, mudando a cor do substrato.

Baratieri et al. (1993) afirmaram que, embora o processo clareador seja complexo, funciona devido à oxidação, ou seja, por processo químico pelo qual os materiais orgânicos são convertidos em dióxido de carbono e água. Inicialmente, os compostos de anéis de carbono altamente pigmentados são abertos e convertidos em cadeias moleculares mais claras, assim como compostos de carbono com ligação dupla são quebrados em grupos hidroxilas, geralmente incolores. No caso de dentes anteriores tratados endodonticamente, os autores acreditam que praticamente todos eles apresentam algum grau de alteração de cor que prejudique a estética. Contudo, nem todos esses dentes com alteração de cor devem ser clareados. Eticamente é desaconselhável despertar no paciente a necessidade de clareamento se dele não partir o interesse nesse procedimento, especialmente se não forem esclarecidos todos os riscos. Para o clareamento de dentes anteriores não-vitais, pode-se usar uma associação das técnicas mediata e imediata. Antes da aplicação dos agentes clareadores, o condicionamento com ácido fosfórico a 37% deve ser executado no interior da câmara pulpar por 15 s e também na face vestibular, se for realizada a técnica imediata. Esse procedimento visa aumentar a permeabilidade do esmalte e da dentina, potencializando a ação do agente clareador. Após a inserção do curativo clareador, a face palatina deve ser selada com resina composta fotopolimerizável e com uma camada de adesivo nas margens, com o intuito de tornar simples e segura a restauração provisória.

Baratieri et al. (1995) revisaram os principais passos do procedimento de clareamento não-vital mediante um caso clínico e comentaram ainda sobre a etiologia e o mecanismo de ação dos agentes clareadores, propondo um protocolo clínico. A seleção do caso é de extrema importância para um tratamento seguro e previsível. Uma visão realista deve ser apresentada ao paciente e analisada junto com suas expectativas. Muitas vezes, o

resultado do clareamento é limitado e imprevisível, portanto se deve propor a indivíduos muito perfeccionistas outras opções restauradoras. Os autores ainda comentaram que muitos estudos relatam haver chance de recidiva do escurecimento dental. O protocolo clínico apresentado combina a técnica termocatalítica com a técnica mediata (ou *walking bleaching*). O dente 13 de uma paciente jovem encontrava-se escurecido e sem vitalidade, provavelmente em consequência de trauma ortodôntico. Executaram-se profilaxia e registro da cor inicial. Por meio de exame radiográfico observaram-se normalidade periapical e periodontal e tratamento endodôntico adequado. Viu-se ainda que a coroa dental possuía boa estrutura coronal, o que a candidatava ao clareamento intracoronário. Após a proteção dos tecidos moles com creme solúvel em água e dique de borracha, o acesso coronal por lingual foi realizado, removeu-se o material restaurador e áreas retentivas ou *debris*. Cerca de 3 mm de material obturador foram removidos, permitindo a criação de espaço para a execução do selamento cervical. Empreendeu-se o selamento biológico com hidróxido de cálcio (aproximadamente 0,5 mm a 1 mm de espessura), em contato direto com o material obturador, objetivando alcalinizar o meio e evitar reabsorção radicular. Para o selamento mecânico, aplicou-se aproximadamente 1 mm de espessura de cimento de ionômero de vidro de cura dual sobre o hidróxido, para isolar o agente clareador do tampão biológico e prevenir que o agente clareador alcançasse a região cervical ou periapical. Utilizou-se uma mistura de peróxido de hidrogênio a 35% e perborato de sódio como curativo de demora no interior da câmara pulpar, deixando-se espaço para a restauração do acesso endodôntico; nesse caso, realizado com uma resina composta fotopolimerizável e com um sistema adesivo. De acordo com a experiência clínica dos autores, o condicionamento com ácido fosfórico a 37% por 30 s pode dar-se antes da aplicação dos agentes clareadores, com o objetivo de remover a lama dentinária e de abrir os túbulos dentinários. Depois de 72 h a 1 semana, o resultado deve ser avaliado e, se a cor desejada tiver sido obtida, a câmara pulpar necessitará de uma pasta de hidróxido de cálcio por 7 dias para neutralizar o meio e permitir a saída do oxigênio residual. Só então uma restauração com resina composta deve ser realizada. Se o resultado for positivo, porém insuficiente, novas aplicações de clareador

em forma de curativo de demora precisam ser realizadas, até a obtenção da cor desejada. Para os dentes que não respondem adequadamente, os pesquisadores recomendam a combinação com a técnica termocatalítica. Para tanto, o acesso lingual deve ser novamente removido, os tecidos moles protegidos, e o dente condicionado por 30 s, inclusive externamente. O clareador (solução de peróxido de hidrogênio a 30%) deve ser aplicado com algodão ou gaze, em combinação com um instrumento aquecido, mas nunca diretamente sobre o dente, por 20 min a 30 min. Vencido esse período, um novo curativo de demora intracoronário deve ser inserido, o esmalte polido, e o dente reavaliado após 72 h a 1 semana. É de extrema importância a prevenção do contato entre o clareador e os tecidos gengivais por meio do tampão cervical biomecânico. Muitos estudos que relataram casos de reabsorção cervical não utilizaram nenhum tipo de selamento cervical. Todos os dentes submetidos ao clareamento intracoronário devem ser acompanhados clínica e radiograficamente por pelo menos 7 anos.

Rotstein et al. (1996) realizaram análise histoquímica do esmalte, da dentina e do cimento de dentes humanos submetidos a tratamentos clareadores. Pré-molares humanos extraídos por razões ortodônticas tiveram dois terços da raiz seccionados e foram cortados longitudinalmente em duas partes, no sentido vestibulolingual, e também divididos em 6 grupos experimentais. Cada grupo recebeu um tipo de tratamento clareador: solução aquosa de peróxido de hidrogênio a 30%; solução aquosa de peróxido de carbamida a 10%; perborato de sódio mais água destilada; e três grupos com géis de peróxido de carbamida disponíveis comercialmente (Nu Smile, Opalescence e DentlBright), além do grupo controle, tratado com soro fisiológico. Os espécimes foram tratados com esses materiais por imersão durante 7 dias e mantidos em estufa a 37 °C. Com microscópio eletrônico de varredura e espectrofotômetro de dispersão de energia efetuou-se a análise histoquímica para observação de alterações nos níveis dos elementos químicos. Findo o tratamento estatístico dos dados, pôde-se observar que o peróxido de hidrogênio a 30% promoveu uma redução significativa nos níveis de cálcio do esmalte, da dentina e do cimento; e também os demais agentes clareadores provocaram alterações nos níveis de fósforo, enxofre e potássio. O pH

neutro dos géis para clareamento caseiro disponíveis no comércio, mesmo considerados seguros para o uso, pode alterar a proporção entre cálcio e fósforo de forma similar às soluções de peróxido de hidrogênio, mais ácidas. O cálcio e o fósforo, presentes nos cristais de hidroxiapatita, são a estrutura principal dos tecidos duros dentais. Quando há mudança na razão entre cálcio e fósforo, isso indica alteração nos componentes inorgânicos da hidroxiapatita, mais significativa no cimento e na dentina que no esmalte, provavelmente devido às diferenças na composição orgânica e inorgânica de tais tecidos. Mudanças nos níveis de enxofre podem indicar danos aos componentes orgânicos da matriz dos tecidos duros. Talvez por essa razão o cimento tenha sido mais afetado por mudanças nos níveis de enxofre após clareamento. Os autores concluem que os agentes clareadores podem afetar de modo adverso os tecidos duros dentais e, portanto, devem ser usados com cautela.

Caughman, Frazier e Haywood (1999) publicaram artigo com três casos clínicos de clareamento de dentes não-vitais com o uso de moldeiras tradicionalmente utilizadas para clareamento caseiro de dentes vitais. Os autores reconhecem o desafio que é restabelecer a cor de um único dente escurecido e, ainda, alertam que o dentista deve sempre tentar descobrir a causa da alteração da cor. A grande vantagem do clareamento, segundo os pesquisadores, é que, sendo alternativa mais conservadora em relação às tradicionais coberturas restauradoras totais, não elimina futuras opções de tratamento. Tradicionalmente, em dentes despulpados e tratados endodonticamente, o escurecimento dental vem sendo revertido com o clareamento no interior da câmara pulpar, com curativos de demora (técnica *walking bleaching* ou técnica mediata) de peróxido de hidrogênio a 35%, com a vantagem de esse método requerer menor tempo clínico. No entanto, algumas desvantagens apresentaram-se, como a causticidade do agente clareador, a dificuldade em controlar o grau de clareamento e a possibilidade de ocorrência de reabsorção interna em pacientes que sofreram trauma dental. Os autores apresentaram três casos clínicos em que os dentes não-vitais foram clareados com sucesso pela técnica externa/interna. Os autores concluem que o uso dessa técnica para clarear dentes não-vitais apresenta ótima relação entre custo e benefício, o que a torna um investimento muito atraente para os pacientes, além de não

envolver muito tempo clínico, utilizar um gel clareador de porcentagem mais branda que o clareamento mediato e geralmente proporcionar resultados estéticos mais naturais em comparação com coroas totais e facetas.

Gultz et al. (1999) apreciaram sob microscopia eletrônica, em dentes anteriores superiores humanos extraídos, os efeitos de vários agentes clareadores na morfologia superficial do esmalte. O grupo controle não recebeu nenhum tipo de tratamento, exceto profilaxia com pedra-pomes. No grupo II, colocou-se uma seringa contendo peróxido de carbamida a 35% sob água corrente aquecida para acelerar a atividade clareadora do agente e, então, o material foi aplicado sobre o esmalte vestibular por 1 h. Passado esse período, o clareador foi removido e reaplicado da mesma forma por mais 1 h. No grupo III, os dentes foram clareados com peróxido de hidrogênio a 35% fotoativado por um tempo total de 8 min a 10 min, e o grupo IV recebeu condicionamento com ácido fosfórico a 35% por 15 s a 20 s. Levados ao microscópio eletrônico de varredura, as fotomicrografias dos espécimes revelaram que apenas o grupo IV (condicionado com ácido fosfórico) apresentou padrão de condicionamento do esmalte. Os outros grupos objetos de clareamento não apresentaram diferenças entre si, indicando que tais agentes clareadores não provocam alterações morfológicas no esmalte.

Matis et al. (1999) estudaram *in vivo* o índice de degradação do gel clareador peróxido de carbamida a 10% no interior das moldeiras. Os autores procuraram saber em quanto tempo o agente clareador permanece ativo na moldeira. Quinze pacientes (6 homens e 9 mulheres) foram selecionados de acordo com os critérios de inclusão. Concluída a profilaxia, cada paciente recebeu uma moldeira de clareamento personalizada, que continha reservatórios (0,5 mm) para abrigar o gel clareador em contato com o dente. Vários tempos diferentes de aplicação do peróxido de carbamida a 10% foram testados: 15 s, 1 h, 2 h, 4 h, 6 h e 10 h por paciente, procedimento repetido semanalmente por 3 semanas. Ao final do tempo estabelecido, 3 amostras foram coletadas: uma amostra removida do reservatório do dente 24, em seguida a moldeira foi pesada, constituindo o gel remanescente da moldeira; e o gel remanescente dos dentes, raspado com uma espátula. O peróxido de carbamida

degradou-se de maneira exponencial depois da primeira hora. A média de gel recuperado chegou a 87% em 15 s, 64% em 60 s, 52% em 2 h, 35% em 4 h, 24% em 6 h e 10% em 10 h. O índice de degradação do peróxido de carbamida a 10%, durante a primeira hora, mostrou-se 1,3 vez mais alta do que durante as 9 horas seguintes; e a saliva não contribuiu para essa degradação. Os autores concluem que o índice de degradação é maior em áreas próximas à estrutura dental.

Hattab, Qudeimat e Al-Rimawi (1999) publicaram artigo sobre a etiologia dos manchamentos dentais e suas opções de tratamento. Pelo fato de ser o sorriso a forma de comunicação não-verbal mais importante do ser humano, os pacientes têm grande motivação em procurar tratamentos estéticos como o clareamento dental. As manchas podem ser intrínsecas, extrínsecas ou uma combinação de ambas. Pigmentações extrínsecas marrons são muito encontradas na superfície vestibular de molares superiores ou na face lingual de incisivos inferiores, resultantes da deposição de pigmentos alimentares em pacientes com deficiência de escovação ou uso de dentifrícios pouco abrasivos. Manchas conseqüentes do fumo normalmente estão presentes no terço cervical dos dentes ou sobre defeitos estruturais do esmalte. Nesse caso, a intensidade do manchamento não depende da quantidade de uso do tabaco, mas da rugosidade do esmalte. Manchas negras associam-se a bactérias cromogênicas (*Actinomyces*), que formam sulfeto de ferro. Isso é resultado da reação entre sulfeto de hidrogênio produzido pela ação bacteriana e do ferro presente na saliva e no exudato gengival. Manchas esverdeadas ou alaranjadas têm relação com uma pobre higiene bucal e podem ser atribuídas à presença de algumas bactérias e fungos, que se desenvolvem apenas em locais iluminados; por isso, localizam-se geralmente nos dentes anteriores superiores. Manchas metálicas podem ter como causa a exposição a metais (ferro, manganês, prata, chumbo, níquel e cobre) em indivíduos que trabalham em fábricas. Medicamentos contendo ferro, iodo, permanganato e clorexidina podem também provocar manchamentos extrínsecos. Para o tratamento das manchas extrínsecas, deve-se remover todo o cálculo e realizar profilaxia e polimento de qualquer área com maior rugosidade. Microabrasão e clareamento dental também são apropriados. As manchas intrínsecas devem-se à

incorporação de materiais cromogênicos no interior do esmalte e da dentina, antes ou após a erupção dental. Manchas pré-eruptivas podem ser provocadas, entre outros fatores, por fluorose dental, ingestão de tetraciclina, amelogenese e dentinogenese imperfeitas, e ainda desordens hematológicas. As pós-eruptivas podem ser decorrentes de necrose pulpar, escurecimento pela idade, traumas, infecção periapical do dente decíduo, tratamento endodôntico inadequado, manchas causadas pelo amálgama e hemorragia pulpar, entre outras razões. A microabrasão, juntamente como o clareamento dental, proporciona tratamento adequado para as manchas intrínsecas. Considera-se a técnica de clareamento mediata em dentes não-vitais mais segura e menos agressiva que a técnica termocatalítica, além de necessitar de menos tempo clínico. O perborato de sódio, juntamente com o peróxido de hidrogênio, é habitualmente utilizado como curativo de demora. O primeiro, quando dissolvido em água, decompõe-se em metaborato de sódio e peróxido de hidrogênio, liberando oxigênio nascente. Os autores concluem ser essencial para os profissionais sua constante atualização sobre as etiologias dos manchamentos dentais e sobre as formas de tratamento mais indicadas em tais circunstâncias.

Demarco et al. (2001) procuraram saber, por meio de pesquisa *in vitro*, do grau de microinfiltração de um agente adesivo de quarta geração no selamento de dentes clareados pela técnica mediata. O estudo foi realizado no intuito de pesquisar sobre os baixos valores de união encontrados tão logo se dê o término do clareamento, que facilitam a microinfiltração e podem diminuir a longevidade da restauração. Foi ainda objeto de estudo o efeito do curativo temporário com hidróxido de cálcio na microinfiltração. Trinta incisivos extraídos receberam tratamento endodôntico, selamento do terço cervical com cimento de ionômero de vidro e, posteriormente, foram divididos de forma aleatória em 3 grupos. No grupo A, as câmaras pulpares receberam apenas bolinha de algodão com água destilada, por 7 dias. No grupo B, os dentes receberam curativo de demora com peróxido de hidrogênio a 30% e perborato de sódio, também por 1 semana; e o mesmo curativo aplicou-se ao grupo C, porém após o término do clareamento os dentes deste grupo receberam mais 7 dias de curativo com hidróxido de cálcio. As restaurações de resina composta realizaram-se a partir

da técnica de condicionamento ácido total e sistema adesivo de 3 passos (Scotchbond Multi-Purpose, 3M ESPE, EUA). Realizaram-se os procedimentos de acabamento e polimento após 24 h. Os dentes foram submetidos a 500 ciclos térmicos e, terminado o selamento da porção apical, imersos em 0,5% de azul de metileno por 8 h. Para a análise do grau de infiltração, seccionaram-se os dentes longitudinalmente, no sentido vestibulolingual, que foram observados por dois examinadores calibrados. O grupo B apresentou o maior grau de infiltração ao longo da restauração; e os grupos A e C apresentaram menor infiltração. Os autores levantaram algumas hipóteses para os resultados encontrados. O sistema adesivo utilizado na pesquisa não tinha como solvente o álcool ou a acetona, os quais podem eliminar, segundo outros estudos, os efeitos do peróxido de hidrogênio na adesão. O bom resultado registrado para o grupo C, restaurado provisoriamente com curativo de hidróxido de cálcio, provavelmente não se deve a qualquer propriedade do material em si, mas ao período em que o dente permaneceu sem clareador, antes dos procedimentos adesivos, o que auxilia na eliminação dos efeitos do peróxido de hidrogênio. Apesar de alguns autores afirmarem que o hidróxido de cálcio nas paredes da cavidade pode aumentar a microinfiltração, nesse estudo é possível que o próprio condicionamento ácido possa ter removido qualquer resíduo ou efeito deletério no selamento da resina composta, porquanto o grupo C mostrou resultado similar ao grupo controle (A). Os autores concluem que há aumento da microinfiltração após o tratamento clareador mediato; ademais, o curativo de demora com hidróxido de cálcio não prejudica a capacidade de selamento da resina composta à dentina.

Shinohara, Rodrigues e Pimenta (2001), por meio de estudo laboratorial, avaliaram restaurações classe V realizadas em 120 dentes bovinos submetidos a clareamento não-vital com peróxido de carbamida a 37% ou com perborato de sódio. Os dentes foram seccionados, horizontalmente, a cerca de 7 mm acima e abaixo da junção cimento/esmalte. Inseriu-se um material restaurador na base de cada elemento dental, com espessura de 3 mm, para prevenir a saída apical do material restaurador. Os 40 dentes do grupo 1 receberam curativo de demora com perborato de sódio e água; no grupo 2, o mesmo número de dentes recebeu gel de peróxido de carbamida a 37%; o grupo 3 não foi clareado, servindo de



controle. O clareamento foi conduzido por 21 dias, com trocas de curativos a cada 7 dias, e os dentes permaneceram em umidade a 37 °C por todo o período. Terminado o clareamento, as regiões incisal e apical foram seladas com resina epóxica, e as cavidades padronizadas do tipo classe V foram executadas com pontas diamantadas em alta rotação sob refrigeração, exatamente na junção cimento/esmalte da face vestibular. Pela técnica do condicionamento ácido total, as cavidades foram restauradas com Single Bond e resina composta Z100 (3M ESPE, EUA) e depois acabadas e polidas. Os dentes foram submetidos a 1.500 ciclos em máquina de termociclagem e, a fim de determinar-se o grau de microinfiltração das restaurações, deixados em uma solução de azul de metileno a 2% por 4 h e depois seccionados longitudinalmente para observar-se a penetração do corante ao longo das margens. Os dados obtidos foram analisados estatisticamente e mostraram que houve aumento da microinfiltração nas margens em dentina para os dois agentes clareadores comparados ao grupo controle. Entretanto, tal condição não foi observada nas margens em esmalte. A razão poderia estar na diferença de composição entre os dois tecidos. A dentina é menos mineralizada e possui mais matriz orgânica, sendo facilmente afetada por materiais à base de peróxido de hidrogênio, os quais são potentes oxidantes – podendo causar desnaturação de proteínas nos componentes orgânicos –, alteram-se morfológicamente e podem reduzir o desempenho de união à resina. Os autores consideram ainda que os túbulos dentinários permitem maior penetração dos agentes clareadores, o que pode ocasionar maior presença de oxigênio residual nas margens de dentina, por serem estas últimas mais porosas em relação às margens de esmalte, aumentando, assim, a microinfiltração.

Teixeira et al. (2003) avaliaram a microinfiltração ocorrida após diferentes regimes de clareamento intracoronário em dentes bovinos extraídos. Os autores comentaram que esse tipo de avaliação pode ser útil para observar-se a qualidade do selamento marginal das restaurações após clareamento. Foram divididos 320 dentes bovinos aleatoriamente em 4 grupos principais (perborato de sódio e peróxido de hidrogênio a 30%, perborato de sódio e água destilada, peróxido de carbamida a 37% e somente água destilada, como grupo controle) e subdivididos novamente em 4 grupos com tempos diferentes

entre o clareamento e a restauração (imediatamente após, 7, 12 e 21 dias). Cada dente teve o acesso endodôntico realizado, a polpa extirpada e a raiz seccionada 2 mm apicalmente à junção amelocementária. Realizaram-se os curativos de demora 4 vezes a cada 7 dias, e os dentes foram mantidos em saliva artificial durante o experimento. Executada a restauração definitiva de acordo com o tempo correspondente a cada grupo, os dentes foram termociclados 500 vezes e imersos em azul de metileno a 2% por 4 h. Os espécimes, à sua vez, foram seccionados no centro do dente para verificação do grau de infiltração do corante. Analisados os resultados estatísticos, o estudo conclui que o grupo controle apresentou menor grau de microinfiltração. O grupo do peróxido de carbamida a 37% teve desempenho similar ao do grupo controle no início e no sétimo dia, provavelmente pela liberação mais lenta de oxigênio. Registrou-se nesse último grupo menor penetração de corante em relação aos dois grupos com perborato de sódio. Os estudiosos recomendam 14 dias de espera entre o clareamento e qualquer procedimento adesivo, com o objetivo de minimizar a microinfiltração de restaurações do acesso coronário.

Objetivando quantificar a permeabilidade dentinária após tratamento clareador intracoronário, Carrasco et al. (2003) utilizaram incisivos centrais superiores humanos extraídos e submeteram-nos a três diferentes agentes clareadores – peróxido de carbamida a 37%, perborato de sódio em combinação com peróxido de hidrogênio a 20% e peróxido de carbamida a 27% – mais um grupo controle não clareado. Realizaram-se endodontias e tampões cervicais com ionômero de vidro em todos os dentes, e os respectivos curativos de demora foram colocados no interior da câmara pulpar por 72 h, sendo substituídos três vezes. Feito o último curativo de demora, uma pasta neutralizadora de hidróxido de cálcio foi colocada na câmara pulpar por 15 dias. Os dentes foram protegidos externamente com cola de cianocrilato e, a fim de observar-se a permeabilidade dentinária nos grupos, imergiram-se os dentes em sulfato de cobre por 30 min e em solução alcoólica de ácido rubeânico por mais 30 min. As raízes dos dentes foram removidas com disco diamantado, as coroas incluídas em blocos de resina acrílica e então seccionadas em três fatias no sentido méso-distal. Polidas as fatias, realizou-se análise sob microscopia óptica para o cálculo da porcentagem de

penetração de corantes. Na análise estatística dos dados, os autores observaram que todos os agentes clareadores produziram aumento da permeabilidade comparado ao grupo não clareado, com maior penetração para o peróxido de carbamida a 37%, seguido do perborato de sódio/peróxido de hidrogênio a 20% e do peróxido de carbamida a 27%. Os autores concluem que a penetração dos íons de cobre no interior dos túbulos dentinários claramente indica que a permeabilidade dentinária foi alterada quando se submeteu a estrutura dental à ação dos clareadores, ilustrando sua habilidade em alcançar as moléculas escurecidas.

Preocupados com os efeitos dos agentes clareadores no esmalte, Pinto et al. (2004) avaliaram a rugosidade superficial, a microdureza e o aspecto morfológico, sob microscopia eletrônica, de espécimes de esmalte humano submetidos a inúmeros clareadores disponíveis comercialmente, em diferentes concentrações. O estudo incluiu 40 terceiros molares humanos extraídos, divididos em 6 grupos experimentais e 1 grupo controle, que se armazenou em saliva artificial a 37 °C durante toda a pesquisa. Entre os clareadores, três eram para tratamento caseiro (Whiteness Perfect e Colgate Platinum – peróxido de carbamida a 10%, e Day White 2Z – peróxido de hidrogênio a 7,5%). Estes foram aplicados diariamente, em uma proporção de 0,1 ml do agente clareador para 0,05 ml de saliva artificial. Nos clareadores de uso em consultório (Whiteness Super – peróxido de carbamida a 37%, Opalescence Quick – peróxido de carbamida a 35%, e Whiteness HP – peróxido de hidrogênio a 35%), apenas 0,1 ml do agente foi aplicado, sem a adição da saliva. Finalizada essa sessão, os espécimes foram lavados com água deionizada e armazenados em saliva artificial até a aplicação seguinte. Executaram-se testes de microdureza Knoop e de rugosidade superficial antes e após o tratamento, nos grupos clareados e no grupo controle, assim como foram realizadas observações sob microscopia eletrônica de varredura. Os resultados submetidos a testes estatísticos deixaram ver que em todos os grupos, após o clareamento, houve redução da microdureza e aumento da rugosidade superficial. Entretanto, o grupo que sofreu maior alteração no esmalte foi o clareado com peróxido de hidrogênio a 35%, inclusive provocando até dissolução de parte do tecido. As alterações produzidas pelo

peróxido de carbamida a 37%, considerada uma alta concentração de agente clareador, foram similares às alterações conseqüentes dos tratamentos caseiros, com menores concentrações.

Justino, Tames e Demarco (2004) avaliaram, *in vitro* e *in situ*, os efeitos adversos do peróxido de carbamida a 10% no esmalte humano, analisando a morfologia superficial, a microdureza e a perda de cálcio. Na pesquisa utilizaram-se 12 pré-molares humanos extraídos por motivos ortodônticos, dos quais se retiraram 24 amostras de esmalte medindo 4 mm<sup>2</sup>. Dois espécimes serviram para controle; os 22 restantes foram incluídos em matriz de PVC, sendo um lado descoberto, e novamente se dividiram em 2 grupos: um destinado aos procedimentos laboratoriais e outro para a pesquisa *in situ*. As amostras de esmalte foram incluídas nos aparelhos removíveis de 4 voluntários. Estes aplicaram o gel de peróxido de carbamida a 10% sobre as amostras, fora da cavidade bucal, por 8 h, à noite, e, depois de removido o gel, os participantes da pesquisa voltaram a usar o aparelho durante o resto do dia (por cerca de 16 h), para simular o ambiente bucal. Tal tratamento realizou-se durante 14 dias. Idêntico procedimento realizou-se nas amostras *in vitro*, porém estas foram armazenadas em água deionizada enquanto não estavam sendo clareadas. Medidas de microdureza Vickers foram executadas antes e após os 14 dias de clareamento. As medições dos níveis de cálcio foram realizadas no 1º, 7º e 14º dias de tratamento. Foram feitas observações, sob microscopia eletrônica de varredura, de espécimes não clareados e dos oriundos do tratamento *in vitro* e *in situ*. A análise estatística dos dados permitiu observar que, nos espécimes tratados no laboratório, houve diminuição significativa na microdureza do esmalte clareado, assim como maior perda de cálcio e alterações superficiais mais marcantes, em comparação com o grupo *in situ*. Resultados dessa natureza podem ser atribuídos às diferenças nas condições experimentais dos 2 grupos. A saliva humana participa de um admirável processo de remineralização por conter cálcio, fósforo e flúor. Métodos de pesquisa *in situ* são importantes pela similaridade com as condições clínicas e podem oferecer novas perspectivas na avaliação dos diferentes efeitos dos tratamentos odontológicos. O

estudo mostra que o peróxido de carbamida a 10% é seguro e pode ser aplicado na clínica diária.

De Freitas et al. (2004), preocupados com o pouco conhecimento acerca das consequências da exposição dentinária a agentes clareadores de alta concentração, procederam a um estudo *in vitro* para avaliar a microdureza da dentina clareada. A partir de 40 terceiros molares extraídos hígidos, obtiveram-se fatias de mais ou menos 3 mm x 3 mm, que foram incluídas e lixadas. Dividiram-se as amostras em 7 grupos experimentais (3 géis de peróxido de carbamida a 10%, de fabricantes diferentes, peróxido de carbamida a 20%, 2 géis a 22% e gel placebo). O tempo total de clareamento ficou em 42 dias, por 8 h diárias; no restante do tempo os espécimes eram armazenados em saliva artificial. As mensurações de microdureza efetuaram-se no pré-tratamento, durante o tratamento (8 h após, 7, 14, 21, 28, 35 e 42 dias) e após o clareamento (7 e 14 dias depois). Com a análise estatística dos resultados, verificou-se que alguns agentes caseiros não alteraram a microdureza da dentina (Nite White Excel 2 Z 10% e 22%, e Opalescence PF 20%). Os autores atribuíram a manutenção da microdureza à presença de nitrato de potássio e flúor nesses agentes. Outros causaram diminuição da microdureza (Opalescence 10% e Rembrandt 20% e 22%), que foi parcialmente recomposta após 14 dias do tratamento. O pH desses agentes pode ter contribuído para essa perda mineral, ou a presença de carbopol ou de glicerina pode ter diminuído o pH. Os pesquisadores chamaram a atenção para o fato de, apesar de os clareadores apresentarem a mesma concentração, outros componentes da formulação serem capazes de afetar a superfície da dentina. A saliva artificial mostrou efeito remineralizador dos espécimes clareados.

Kawamoto e Tsujimoto (2004) procuraram esclarecer o mecanismo de ação do peróxido de hidrogênio no clareamento dental. Quatro amostras de porções radiculares de dentes humanos extraídos foram submetidas a tratamentos com várias concentrações de peróxido de hidrogênio por 1, 5 e 10 dias a 37 °C e posteriormente observadas por microscopia eletrônica de varredura. Mediu-se a quantidade de íons hidroxila (OH) gerada em cada concentração de peróxido de hidrogênio por meio de ressonância de *spin* eletrônico

(ESR), assim como o peso úmido de cada amostra, antes e depois do clareamento. Também foram realizados a mensuração da quantidade de cálcio dissolvida, um estudo da hidroxiapatita por difração de raios X, o nível dos aminoácidos prolina, glicina e alanina encontrados nos dentes, e uma observação visual do clareamento, com as amostras imersas em concentrações de peróxido de hidrogênio a 10%, 20% e 30%. As fotomicrografias revelaram que altas concentrações do clareador, por tempo maior de aplicação, aumentam os danos à dentina intertubular e peritubular. A cor dos espécimes mudou, tornando-os mais claros, porém com desaparecimento da translucidez, principalmente com a concentração de 30%. Com essa concentração também houve diminuição do peso úmido, em comparação com as concentrações mais baixas. A hidroxiapatita não se alterou, e o cálcio apresentou quase as mesmas quantidades dissolvidas. Esses resultados sugerem que os íons hidroxila e o peróxido de hidrogênio não afetam a fase inorgânica do dente, contudo causam danos na fase orgânica, dissolvendo componentes constituintes da dentina. Pode situar-se aí a razão da diminuição do peso das amostras. O efeito do clareamento resulta da ruptura de cadeias de polipeptídeos, causada pela destruição de aminoácidos que compõem a porção orgânica. Os íons OH podem ser a principal molécula responsável pelo clareamento dental.

Em razão dos poucos dados na literatura sobre os efeitos dos altos níveis de peróxido de hidrogênio e de sua ação prolongada nas formulações caseiras de uso noturno, Pugh Jr. et al. (2005) realizaram estudo para avaliar a microdureza, a penetração pulpar e a morfologia do esmalte clareado. Para simular um tratamento noturno prolongado, a duração do tratamento clareador *in vitro* foi de 98 h (7 h diárias por 2 semanas). Dividiram-se 20 dentes em 4 grupos, sendo 1 controle e 3 experimentais (peróxido de carbamida a 10%, pasta de peróxido de hidrogênio a 7% e pasta de peróxido de hidrogênio a 12%). Com o objetivo de medir a penetração de peróxido de hidrogênio no interior da polpa, uma solução de acetato foi inserida na câmara pulpar. Posteriormente, analisou-se a penetração de peróxido de hidrogênio sob colorimetria. Blocos de esmalte foram confeccionados e submetidos também aos mesmos regimes de clareamento acima descritos, com um grupo controle. Análise química, microdureza e microscopia de força atômica foram analisadas nos

espécimes antes e depois do tratamento clareador, e os dados, estudados estatisticamente. A penetração de peróxido de hidrogênio na câmara pulpar aumentou com o tempo de tratamento; após 7 h apresentou níveis similares entre os 3 agentes clareadores, porém não houve diferença entre os tempos de 4 h e 7 h. Para a microdureza, não se constatou diferença estatística entre os 3 grupos experimentais e o grupo controle. Também não se registrou diferença nos níveis de cálcio e fósforo e na rugosidade das amostras após o clareamento. Os autores concluem que os níveis de peróxido de hidrogênio que alcançaram a cavidade pulpar provavelmente não inibiram as enzimas pulpares e atribuem a ausência de danos no esmalte clareado à armazenagem em saliva durante o tratamento, que possui grande capacidade remineralizadora.

Tam, Lim e Khanna (2005) explanaram em seu artigo que poucos estudos têm avaliado as propriedades biomecânicas da dentina, especialmente após o tratamento clareador. Isso tem interesse especial, haja vista ser a dentina a maior responsável pela integridade estrutural de todo o dente, servindo de base para o esmalte e o cemento. A pesquisa avaliou os efeitos de dois agentes clareadores – peróxido de hidrogênio e peróxido de carbamida – na resistência flexural e no módulo flexural de amostras de dentina bovina submetidas a diferentes concentrações e regimes de aplicação. Amostras de dentina foram divididas em 8 grupos. Para simular o uso de moldeiras durante o sono, submeteram-se alguns espécimes a 6 h de tratamento diário com peróxido de carbamida a 10% e 15% (Opalescence, Ultradent, EUA), e, para simular o uso exagerado de clareador noturno, outros espécimes receberam peróxido de carbamida a 10%, 6 h por dia, por 2 meses. Simulou-se o uso diurno com a aplicação de 1 h com peróxido de hidrogênio a 6,5% (Crest Professional Whitestrips, EUA) e peróxido de hidrogênio a 7,5% (Day White 2, Discus Dental, EUA) por um período de 3 semanas. A aplicação de clareamento de consultório foi testada com peróxido de hidrogênio a 35% (Opalescence Xtra, Ultradent, EUA), com 4 aplicações de 15 min, somando 1 h por semana, num período de 3 semanas. Os grupos controle foram constituídos de água destilada e gel placebo. Concluídas 24 h da última aplicação do clareador, as amostras foram submetidas ao teste de 3 pontos em máquina de ensaio universal, enquanto a

carga máxima suportada antes da falha e a deformação causada serviram para o cálculo da resistência flexural e do módulo flexural. Os resultados submetidos a uma análise estatística revelaram que todos os agentes clareadores provocaram alterações nas propriedades mecânicas da dentina, com maiores alterações no grupo de tratamento caseiro com peróxido de carbamida a 10% por 2 meses. Menores alterações foram observadas nos grupos de peróxido de hidrogênio. Os autores atribuem esse resultado ao tempo total em que a dentina foi clareada, pois os grupos de peróxido de hidrogênio tiveram um tempo total de aplicação de 6 h a 20 h, portanto muito menos que os grupos de peróxido de carbamida, de 84 h a 240 h, não importando a concentração. Uma das limitações na metodologia do trabalho é a aplicação direta do agente clareador sobre a dentina, fato esse menos provável de ocorrer em situações clínicas, porque normalmente ele é aplicado sobre o esmalte, salvo em algumas situações, como exposição radicular, atrição oclusal e clareamento não-vital. Porém, os autores ainda advertem que, clinicamente, o esmalte constitui-se em uma barreira permeável, e é importante que novos estudos possam recomendar ou não a aplicação de agentes clareadores em dentina exposta, já que nela existe a possibilidade de alterações mecânicas, além do efeito cumulativo que os clareadores possam causar.

Lee et al. (2006) investigaram a perda mineral de dentes bovinos clareados com peróxido de hidrogênio a 30%. Para tanto, 10 incisivos foram seccionados em fatias, limpos por meio de ultra-som e divididos em 2 grupos. O primeiro permaneceu imerso em água deionizada e serviu como grupo controle; o segundo recebeu solução de peróxido de hidrogênio a 30%, e ambos permaneceram armazenados por 120 h. Três pontos de cada espécime foram analisados para determinar a perda mineral de cálcio, fósforo, magnésio e zinco. Conhecidos os resultados, foi evidente que o peróxido de hidrogênio a 30% desmineralizou o esmalte, entretanto os autores discutem que tal perda de cálcio é similar à ocorrida quando há ingestão de bebidas ácidas por cerca de 2 min a 2,5 min (inferior a 5%). Cálcio e fosfato foram os minerais que mais se dissolveram nesse estudo, além do magnésio, que é geralmente o primeiro mineral a sofrer desmineralização. Adicionalmente, há perda de flúor também durante o clareamento dental; no entanto, a perda é tão pequena que o uso de



dentifrício fluoretado é capaz de compensá-la no esmalte. Os autores concluem que a perda mineral decorrente do clareamento com peróxido de hidrogênio a 30% não é preocupante para o elemento dental.

Carrasco et al. (2007) avaliaram quantitativamente, *in vitro*, a permeabilidade dentinária após a realização de algumas técnicas clareadoras intracoronárias. Os autores lembraram que os materiais ou técnicas clareadoras não devem ser escolhidos somente por sua eficiência em clarear rapidamente a estrutura dental, mas também por suas habilidades em não provocar danos à estrutura dental, à mucosa bucal e à saúde do indivíduo. Para o estudo, 40 incisivos centrais superiores íntegros foram selecionados e tiveram as câmaras pulpaes abertas para tratamento endodôntico; depois, a porção apical foi descartada. Todos os grupos receberam clareamento com gel de peróxido de hidrogênio a 35% (Whiteness HP, FGM, Brasil), tendo o grupo I o gel ativado por LED, e o grupo II, ativado por fotopolimerizador de luz halógena. No grupo III, o gel clareador foi colocado na câmara pulpar, porém pela técnica de curativo de demora, ou mediata por 15 dias, com trocas a cada 5 dias. O grupo IV constituiu o controle, que apenas recebeu uma bolinha de algodão seca. Executados todos os procedimentos clareadores, os dentes receberam curativo com água destilada e hidróxido de cálcio por 15 dias. As restaurações temporárias foram todas removidas, e os dentes receberam duas camadas de cola de cianocrilato. Após imersão de 30 min em sulfato de cobre e igual tempo em ácido rubeânico a 1%, os espécimes foram embebidos em blocos de acrílico e seccionados em fatias. Sob microscopia óptica e análise por meio de um software, foi possível medir quantitativamente a penetração dos corantes. Com a análise estatística, verificou-se que as três formas de clareamento aumentaram a permeabilidade em relação ao grupo controle, porém não houve diferença estatística entre os grupos experimentais. Com base nos resultados desse estudo, os autores comentaram que a escolha entre as técnicas deve recair sobre a que traz mais vantagens ao paciente e ao profissional, haja vista que todas as técnicas estudadas produziram o mesmo aumento na permeabilidade.

Tam, Kuo e Noroozi (2007), em estudo *in vitro*, pesquisaram os efeitos de agentes clareadores por tempo prolongado, aplicados de forma direta ou indireta sobre o esmalte, na resistência à fratura da dentina humana. Os 80 molares humanos extraídos receberam diferentes regimes de clareamento, sendo metade aplicada diretamente sobre a dentina e metade sobre o esmalte. Para simular tratamento prolongado, os elementos dos grupos de tratamento caseiro (peróxido de carbamida a 10%, peróxido de hidrogênio a 3% e gel placebo) receberam 6 h de tratamento diário, 5 dias por semana, durante 8 semanas. No grupo de peróxido de hidrogênio a 30%, os espécimes eram imersos por 1 h, semanalmente, por um período estendido, de 8 semanas seguidas. Os grupos da água destilada juntamente com o gel placebo constituíram os grupos controle. De cada dente obteve-se um espécime retangular de dentina medindo cerca de 4,60 mm x 4,5 mm x 1,60 mm paralelo ao esmalte oclusal. Um entalhe com lâmina foi confeccionado na região central do espécime para agir como concentrador de tensões. Os espécimes foram submetidos a teste de tensão compacta geométrica em máquina de testes universal mediante a aplicação de uma carga à velocidade de 10 mm/min até a carga máxima necessária para a fratura do espécime. Os resultados alcançados de  $K_{IC}$  subordinaram-se ao teste de ANOVA e de Tukey. Nos grupos em que a aplicação de agentes clareadores realizou-se de forma indireta, ou seja, sobre o esmalte intacto, não houve diferença nos valores coletados entre os subgrupos experimentais e controle. No entanto, nos grupos que receberam tratamento diretamente sobre a dentina, houve diferença estatística com valores de  $K_{IC}$  menores para os grupos de peróxido de carbamida a 10%, peróxido de hidrogênio a 3% e peróxido de hidrogênio a 30%. Sob microscopia eletrônica de varredura, não há evidências suficientes para diferenciar espécimes que receberam tratamento direto e indireto, entretanto foram observadas áreas de desmineralização mais evidentes próximo às superfícies expostas diretamente aos agentes clareadores, o que sugere que o referido tratamento possa afetar a morfologia da dentina quando esta recebe o agente clareador diretamente. Ainda, no grupo de espécimes de aplicação direta sobre a dentina, o subgrupo do peróxido de carbamida a 10% apresentou maior alteração que o grupo de peróxido de hidrogênio a 3%. Os autores atribuem a

diferença à maior estabilidade do peróxido de hidrogênio, vencidas 6 h de aplicação em relação ao outro grupo, e também à presença de uréia, que provoca desnaturação protéica, presente apenas no peróxido de carbamida. Com os resultados do grupo de aplicação sobre o esmalte, o estudo deixou patente que certa espessura de esmalte pode reduzir os efeitos dos agentes clareadores nas propriedades mecânicas da dentina, apesar de haver alguma difusão e penetração de oxigênio através do esmalte. Os autores recomendam que mais estudos realizem-se para esclarecer os mecanismos de penetração dos agentes clareadores através do esmalte e da dentina, e buscam esclarecer se existe espessura mínima do esmalte necessária para bloquear efeitos deletérios do clareamento na dentina, aplicados de forma indireta.

## 2.2 LAMA DENTINÁRIA E CONDICIONAMENTO ÁCIDO

Brännström e Nordenvall (1977), em estudo de microscopia eletrônica em dentes humanos extraídos, avaliaram o efeito do condicionamento ácido no esmalte, na dentina e na porção interna de restaurações de compósitos, em tempos variados. O tipo de condicionamento ácido utilizado foi o fosfórico de 20% a 50%, com tempos de aplicação variando de 1 min a 5 min. A pesquisa iniciou-se *in vivo* em 22 pares de dentes permanentes jovens com indicação de extração por razões ortodônticas. Cavidades padronizadas foram confeccionadas na face vestibular dos dentes, com 2 mm de diâmetro e com 2 mm a 2,5 mm de profundidade. Alguns pares de dentes receberam tempos diferentes de condicionamento com ácido fosfórico a 37% sobre esmalte e dentina, e deixados sem restauração, mas outras cavidades foram restauradas com compósito; em seguida, os dentes foram extraídos. Os dentes condicionados foram seccionados e preparados para análise sob microscopia eletrônica, e os dentes restaurados foram imersos em ácido hidrocloreídrico a 10% por 24 h, para análise da superfície interna da restauração. Sob microscopia eletrônica, os autores constataram não haver diferença na aparência do esmalte quando condicionado por 15 s ou

2 min, assim como na dentina e na superfície interna da restauração. O esmalte condicionado, na porção externa da cavidade, mostrou grande variação de padrão de dente para dente, ou no mesmo preparo. A observação das superfícies internas da restauração revelou que esta se apresenta como uma réplica das superfícies condicionadas. As superfícies condicionadas mostraram-se lisas, aplainadas e com os túbulos dentinários abertos. A superfície de resina correspondente exibiu tags de comprimentos variados e irregulares. Os autores sugeriram que menor tempo de condicionamento deve ser adotado, pois não constataram diferença nos diversos tempos de condicionamento nas observações com microscopia eletrônica.

Pashley, Michelich e Kehl (1981) estudaram, por meio de microscopia eletrônica, a aparência de dentina antes e depois da remoção da lama dentinária com ácido cítrico. Obtiveram-se discos de dentina a partir de terceiros molares humanos extraídos, os quais haviam sido condicionados com ácido cítrico a 50%, por 5, 15, 30, 45 e 60 s. Na seqüência, uma pressão hidrostática foi aplicada, e a filtração das amostras, mensurada. As fotomicrografias revelaram que a lama dentinária apresentou-se como uma camada amorfa relativamente uniforme, exceto por uma fenda vista em algumas amostras, que provavelmente seria artefato de técnica. A camada de lama dentinária, gerada por instrumentação *in vitro* com pontas diamantadas, pareceu ocluir os túbulos dentinários, aparentando completa impermeabilidade a solventes e soluções. Houve aumento de 20 vezes na taxa de filtração, ao ser a dentina condicionada por 5 s, pois parte da lama dentinária foi removida. Um tempo mais longo de condicionamento ácido apenas removeu dentina peritubular e não aumentou o diâmetro dos túbulos dentinários; por isso, a taxa de filtração chegou a seu grau máximo após 15 s.

Pashley et al. (1983) estudaram o efeito do condicionamento ácido *in vivo* em cães para determinar a taxa de movimentação dos fluidos na dentina e verificar o grau de permeabilidade dentinária. Quando a dentina é cortada por qualquer tipo de instrumento, fica repleta de partículas microscópicas de matriz mineralizada sobre sua superfície, e essa camada é conhecida como lama dentinária. Sua espessura varia de 5  $\mu\text{m}$  a 50  $\mu\text{m}$ , o que depende do tipo de instrumentação, da pressão aplicada, da quantidade de água utilizada

para irrigação e do tamanho da cavidade. Onze cães, anestesiados, tiveram uma cavidade aberta na face vestibular dos molares inferiores em dentina, que foi ligada a uma estrutura hidráulica para medir a pressão hidrostática, antes e após o condicionamento ácido com ácido cítrico a 6%, para remoção da lama dentinária. Os autores concluem haver aumento significativo na permeabilidade dentinária após o condicionamento ácido.

Dippel, Borggreven e Hoppenbrouwers (1984), num estudo *in vitro* em dentes humanos, investigaram a formação de lama dentinária por instrumentos rotatórios e a habilidade dessa camada em proteger a polpa. Pré-molares extraídos por razões ortodônticas tiveram a coroa removida e dois tipos de preparos cavitários realizados: uma caixa dentro do conduto radicular e duas caixas proximais, na mesial e na distal. Os dentes foram seccionados longitudinalmente e avaliados sob microscopia eletrônica para determinar a continuidade da lama dentinária obtida e o número de túbulos dentinários incompletamente ocluídos, além de comparar os dois preparos. Os resultados indicaram a possibilidade de a lama dentinária poder ser obtida com pontas diamantadas de 25.000 a 80.000 r.p.m. Nesse estudo *in vitro*, foi possível remover qualquer lama dentinária com 10 min de condicionamento com ácido cítrico sem afetar seriamente a permeabilidade da dentina subjacente. Os autores afirmaram que, mesmo após 30 min de condicionamento ácido, apenas as porções superiores dos túbulos foram abertas, em formato de funil. Na dentina coronal, o diâmetro dos túbulos dentinários diminui à medida que estes se aproximam da junção amelodentinária. No entanto, na dentina radicular essas diferenças praticamente não existem – por isso esta é muito estudada para avaliar os efeitos da lama dentinária. Segundo os resultados obtidos, surgiu a hipótese de a influência da lama dentinária na permeabilidade ser independente do tipo de instrumento rotatório e de sua velocidade. Houve diminuição de cerca de 35% de permeabilidade quando a lama dentinária estava presente após instrumentação. A diminuição da permeabilidade dentinária está muito mais relacionada aos *smear plugs*, ou seja, aos *debris* localizados no interior dos túbulos dentinários do que aos situados na superfície da dentina instrumentada.

Titely, Torneck e Smith (1988) examinaram, sob microscopia eletrônica, o efeito do peróxido de hidrogênio a 35% e do ácido fosfórico a 37% na morfologia superficial do esmalte humano em dentes extraídos. Os autores iniciaram o artigo comentando que a aplicação intracoronária de solução aquosa de peróxido de hidrogênio a 30% ou 35% tem sido utilizada com muito sucesso na maioria dos casos de dentes escurecidos. Para dentes despulpados e tratados endodonticamente, essa técnica é menos invasiva e, se um resultado desejável não for alcançado, ela não impede a aplicação futura de outras modalidades restauradoras. Para a realização da pesquisa, pré-molares hígidos tiveram as coroas seccionadas no sentido transversal, formando espécimes semelhantes a discos, contendo tanto esmalte quanto dentina. Cada disco foi cortado nos sentidos mésio-distal e vestibulolingual, resultando em 4 partes, uma delas para controle. No grupo 1, os espécimes foram imersos apenas em peróxido de hidrogênio a 35%, num total de 60 min. Sob microscopia eletrônica, observou-se a remoção dos *debris*, resultando em um processo de escavação do esmalte, além da formação de um precipitado branco, com aparência de gelo seco. No grupo 2, os espécimes sofreram imersão em peróxido de hidrogênio por 60 min, seguida de condicionamento ácido por 60 s. Não houve diferença na aparência do esmalte entre o grupo controle armazenado em solução salina (controle) e o esmalte imerso em agente clareador por 1 min a 5 min, e depois condicionado. No entanto, com maior tempo de imersão no peróxido de hidrogênio, houve também maior formação de um precipitado branco sobre o esmalte, como observado no grupo 1, e aumento do nível de porosidade. No grupo 3, as amostras foram primeiramente condicionadas e depois imersas em peróxido de hidrogênio. Notou-se maior porosidade após 10 min de imersão no agente clareador, a qual aumentou ao longo do tempo. Esse grupo aparentou mudanças em maior extensão e mais precoces, comparado ao grupo não condicionado. A significância clínica dessas alterações é difícil de avaliar, segundo os autores; no entanto, espera-se que tais mudanças possam afetar a retenção dos materiais adesivos ao esmalte. Discutiu-se ainda se os efeitos da formação de precipitados e a formação de porosidades podem melhorar a resistência de união ou piorá-la, devido às alterações físicas e químicas induzidas pelo clareamento e pelo condicionamento ácido.

Quando o esmalte foi primeiramente condicionado e depois clareado (segundo instruções empíricas de que isso proporcionaria maior penetração do agente clareador), o esmalte apresentou-se mais poroso. Se essa aparência mais porosa contribui para maior penetração do agente clareador, esse tratamento empírico pode ter fundamento científico. Novas pesquisas devem ser feitas para avaliar se esse aumento da porosidade melhora a resistência de união ou predispõe o dente a novos e mais rápidos manchamentos. Outra observação revelou que o condicionamento ácido realizado após o clareamento pareceu remover parte dos precipitados depositados sobre o esmalte, porém, mesmo assim, deixou o esmalte mais poroso em comparação ao grupo controle. Os autores concluem que a imersão prolongada do esmalte em solução de peróxido de hidrogênio a 35% altera as características superficiais desse tecido, consistindo, principalmente, em aumento da porosidade e formação de precipitados em sua superfície, o que se torna mais evidente ao permanecer por longo período em contato com a solução.

Em estudo *in vitro* com dentes humanos extraídos, Casey et al. (1989) analisaram a eficácia do tratamento clareador quando o condicionamento com ácido fosfórico a 50% foi aplicado previamente ao clareamento interno. Quarenta dentes anteriores, depois de limpos, tiveram suas câmaras pulpares abertas e os canais instrumentados com hipoclorito de sódio a 5,25%. Fotografias de registro foram executadas antes e depois de serem os dentes submetidos ao processo de manchamento em centrifugação com células vermelhas do sangue. Promovido o selamento cervical a 2 mm da junção cimento/esmalte, 20 dentes foram submetidos ao clareamento intracoronário mediato com peróxido de hidrogênio a 30% e perborato de sódio. O segundo grupo recebeu tratamento clareador idêntico, no entanto com condicionamento ácido prévio da câmara pulpar com ácido fosfórico a 50%. As trocas do curativo de demora ocorreram após 7 dias, e realizou-se a avaliação final com 14 dias de tratamento. Segundo os pesquisadores, não se percebeu diferença significativa nos resultados do teste. Os autores presumiram que a lama dentinária formada pela remoção de dentina provavelmente não formou barreira muito densa ou impermeável. É possível que os canalículos dentinários, ainda que cheios de *debris*, possam servir de canais de passagem para os

agentes clareadores e o oxigênio nascente que serve como agente de oxidação para as manchas, porquanto possuem inúmeras interconexões entre eles, onde os fluidos e gases transpassam. Outro fator capaz de haver influenciado nos resultados do experimento é o processo de manchamento *in vitro*, que pode não se configurar suficiente para testar a hipótese do trabalho. O artigo ainda sugere que o condicionamento ácido prévio seja eliminado, já que ele não influenciou no resultado e pode predispor a casos de reabsorção externa, principalmente mediante a técnica termocatalítica.

Hall (1991) questionou a necessidade de aplicação do condicionamento com ácido fosfórico a 37% antes do clareamento de dentes vitais com peróxido de hidrogênio a 35%. Por meio de um estudo *in vivo*, 10 pacientes realizaram clareamento de consultório, com um quadrante condicionado por 20 s antes da aplicação do clareador, e o outro executado sem qualquer condicionamento. Apesar das poucas amostras estudadas, o autor conclui que o passo de condicionamento pré-operatório não operou diferença alguma nos resultados. O autor alertou para a necessidade de considerarem-se os efeitos adversos do condicionamento ácido, porque o dente condicionado necessita de polimento, o que remove pequena parte de esmalte. Além disso, o condicionamento tende a ampliar a sensibilidade de dentes vitalizados, o que aumenta o custo do tratamento e o tempo necessário para condicionar e polir o esmalte.

Hashimoto et al. (2000b), mediante teste de microtração, avaliaram a resistência de união de uma resina composta à dentina humana sob diferentes tempos de condicionamento com ácido fosfórico a 35%. A formação da camada híbrida por impregnação da resina composta nas fibras colágenas, feito o condicionamento ácido da dentina, cria união adequada entre o compósito e a dentina. É possível que um tempo prolongado de condicionamento possa criar uma camada de dentina desmineralizada maior e diminuir a resistência adesiva. Utilizaram-se pré-molares superiores extraídos por motivos ortodônticos na pesquisa, que tiveram a face vestibular seccionada por um disco de corte até na dentina e foram polidos com lixas sob refrigeração com água. Dividiram-se os dentes aleatoriamente em 4 grupos: controle (condicionamento ácido por 15 s, recomendado pelo



fabricante) e com 60 s, 120 s e 180 s de condicionamento ácido. Os elementos dentais receberam um sistema adesivo e um bloco de resina composta sobre a superfície de dentina. Vinte e quatro horas depois, os dentes foram preparados em formato de ampulheta, formando espécimes, posteriormente submetidos ao teste de microtração. Para determinar a relação entre a espessura da camada híbrida e o tempo de condicionamento, as amostras foram seccionadas e polidas, para novamente serem submetidas ao microscópio eletrônico de varredura. Os valores de resistência de união e as espessuras da camada híbrida foram submetidos a uma análise estatística. Os resultados evidenciam que a resistência de união diminui à medida que o tempo de condicionamento ácido aumenta. Concluem os autores que, quando o tempo de condicionamento ácido aumenta, a espessura da camada híbrida formada é maior, resultado de uma desmineralização mais profunda. Essa camada de dentina desmineralizada, não impregnada, provoca diminuição na resistência de união, pois essa região se torna mais tendente a falhas.

Em um estudo *in vitro*, Hashimoto et al. (2002) observaram os efeitos do supercondicionamento com ácido fosfórico na resistência de união à dentina, mediante o teste de microtração. Pré-molares humanos foram utilizados nessa pesquisa e tiveram a porção de esmalte oclusal removida, criando-se uma área plana. Os dentes, aleatoriamente divididos em 2 grupos com diferentes sistemas adesivos (One Step, Bisco, EUA, e OptiBond Solo, Kerr, EUA) e depois subdivididos em 4 grupos com diferentes tempos de condicionamento ácido na dentina (15, 60, 120 e 180 s), totalizaram 8 grupos experimentais. Executou-se a hibridização de cada sistema de acordo com as recomendações do fabricante, e os espécimes foram armazenados em água a 37 °C por 24 h, antes do ensaio mecânico de microtração. Executada a análise estatística, os resultados indicaram haver queda na resistência de união com o aumento de tempo de condicionamento ácido para o grupo do sistema adesivo One Step, com diferença estatística entre os diferentes tempos (15 s: 50,7 MPa  $\pm$  9,7 MPa; 60 s: 40,8 MPa  $\pm$  11,0 MPa; 120 s: 23,6 MPa  $\pm$  4,9 MPa; 180 s: 12,1 MPa  $\pm$  4,6 MPa). Para o grupo do OptiBond Solo, a resistência de união de 15 s (42,6 MPa  $\pm$  7,9 MPa) foi significativamente maior que a dos outros grupos; entretanto, não houve discrepância

significativa entre os grupos de 60, 120 e 180 s. Os autores também analisaram as superfícies fraturadas sob microscopia eletrônica de varredura e classificaram os espécimes de acordo com os tipos de fraturas observados. Em todos os grupos, as falhas na dentina desmineralizada foram mínimas. Para o adesivo One Step, quanto maior o tempo de condicionamento, maior o número de falhas adesivas na camada híbrida. Já no grupo do OptiBond Solo, as falhas na camada híbrida adquiriram maior proporção com 60 s e permaneceram em igual número nos grupos de 120 s e 180 s. Os autores discutiram inúmeras possibilidades acerca dos resultados encontrados, pois outros estudos relataram que um tempo aumentado de condicionamento ácido provoca na dentina uma desmineralização mais profunda, dificultando a penetração dos monômeros resinosos durante a formação da camada híbrida, o que tornaria essa região de dentina desmineralizada a área mais fraca suscetível a falhas. Entretanto, nesse estudo, para o adesivo One Step, com o aumento do tempo de condicionamento ácido, as falhas aumentaram na região da camada híbrida, e não na dentina desmineralizada. Para ambos os sistemas adesivos, sob excessivo tempo de condicionamento ácido, a maioria das falhas na camada híbrida aconteceu no topo da camada híbrida, próximo à junção com a camada de adesivo. A possível explicação para esse fato é que essa interface formada por duas estruturas diferentes (camada híbrida e camada de adesivo) pode favorecer a propagação de falhas adesivas sob força de tração. O sistema One Step tem acetona como solvente e, segundo os autores, este permite melhor afinidade entre as fibras colágenas e o adesivo, proporcionando melhor deslocamento da água na dentina. Entretanto, quando o sistema adesivo OptiBond Solo, à base de água e etanol, foi utilizado, pelo menos metade dos espécimes falhou na camada híbrida, o que pode ser atribuído à maior dificuldade de impregnação do adesivo, o que produz uma interação mais fraca entre as fibras colágenas e os monômeros resinosos. Concluem os autores que as áreas de dentina desmineralizada produzem efeitos adversos inexpressivos à resistência de união; no entanto, a integridade do topo da camada híbrida tem relevância nos resultados de resistência de união.

Yurdukoru, Akören e Ünsal (2003) avaliaram, sob microscopia eletrônica, os efeitos do clareamento com peróxido de hidrogênio a 35% e do condicionamento com ácido fosfórico realizado posteriormente, sobre o esmalte humano. Alguns estudos têm demonstrado que o clareamento produz alterações na superfície dental, o que pode afetar o procedimento de condicionamento ácido realizado posteriormente em procedimentos como restaurações adesivas e cimentações de laminados cerâmicos. Nove voluntários assinaram termo de consentimento e concordaram em doar seus dentes indicados para exodontia. Durante o tratamento periodontal, cada incisivo superior teve a face vestibular dividida em 4 segmentos. No 1° e no 2° quadrantes, aplicou-se o gel de peróxido de hidrogênio a 35% (Opalescence Xtra, Ultradent, EUA) por 5 min, com fotoativação; porém, no 3° e no 4°, não foi aplicado agente clareador. Os pacientes, devidamente instruídos a realizar sua higienização normal, tiveram os dentes indicados extraídos após 21 dias. Já *in vitro*, os quadrantes 1 (clareado) e 4 (não clareado) foram tratados com ácido fosfórico a 37% por 15 s. As amostras foram levadas ao microscópio eletrônico de varredura, e fotomicrografias foram tiradas, com ampliações de 2.000x e 5.000x. Uma equipe experiente, formada por 3 dentistas e 1 técnico em MEV, recebeu as fotografias em ordem aleatória e foram solicitados a classificá-las de acordo com os 4 grupos de tratamento: superfície normal, modificada, condicionada, ou condicionada com irregularidades. Consumado o julgamento pelos profissionais, as fotografias foram corretamente analisadas. A análise estatística revelou que os membros da equipe identificaram mais facilmente as superfícies normais e condicionadas, porém tiveram dificuldade em diferenciar as superfícies condicionadas das condicionadas com irregularidades. Os autores concluem que o uso do agente clareador por 5 min não causa danos à superfície do esmalte. Isso poderia estar relacionado às condições pós-operatórias a que as superfícies foram submetidas por 3 semanas, antes da análise em MEV. Contudo, o mesmo não ocorreu com relação ao quadrante clareado e condicionado por 30 s, o qual apresentou uma superfície levemente condicionada de forma irregular, completadas 3 semanas do clareamento. Esses aspectos, por conseguinte, devem ser mais estudados para a avaliação das conseqüências clínicas adesivas. Os pesquisadores levantaram a hipótese de

que poderia ser indicada a diminuição do tempo de condicionamento ácido para dentes clareados e sugerem futuros estudos.

Yeh et al. (2005) observaram, através de MEV, os efeitos do peróxido de carbamida a 10% na morfologia superficial do esmalte clareado e depois condicionado com ácido fosfórico *in vitro*. Os autores acreditam que a uréia e o peróxido de hidrogênio advindos da reação do peróxido de carbamida são capazes de penetrar na subsuperfície do esmalte e alterar a matriz orgânica durante o tratamento clareador, resultando em alterações nas suas propriedades físicas e químicas. Existem algumas poucas evidências que sugerem que o esmalte clareado possa ser mais suscetível à dissolução ácida, como a que ocorre em pacientes com erosão. Coletaram-se 15 pré-molares humanos, os quais, seccionados ao meio, no sentido vestibulolingual, resultaram em 2 amostras, uma delas como controle. Estas foram embebidas em resina acrílica com a superfície vestibular exposta. O grupo A subdividiu-se em AC (sem clareamento) e AT (clareamento por 8 h diárias, durante 10 dias). Os espécimes do grupo B subdividiram-se nos grupos BC (sem clareamento e condicionamento com ácido fosfórico a 37% por 60 s) e BT (clareamento como o AT e condicionamento ácido por 60 s). Após os tratamentos, as amostras permaneceram em água por 1 semana; depois, levadas ao MEV, sempre se analisando o terço médio de cada par dos espécimes. No grupo A, apenas se executou análise qualitativa, contudo, no grupo B, fez-se também análise estatística, a fim de ser comparado o grau de dissolução ácida. As amostras apenas clareadas mostraram aumento da porosidade superficial em relação ao grupo controle, porém não houve aumento da suscetibilidade à dissolução do esmalte. As amostras clareadas e condicionadas revelaram dissolução do esmalte, sugerindo que há destruição da matriz protéica ao redor dos cristais do esmalte. Entretanto, as implicações clínicas de tais observações são desconhecidas, haja vista a impossibilidade de extrapolar observações *in vitro* para a clínica. É que na cavidade bucal as propriedades remineralizadoras da saliva devem ser levadas em consideração. Os autores recomendam a aplicação tópica de flúor após o clareamento, como forma de proteção contra os efeitos adversos do clareamento e advertem no tocante ao risco de o clareamento ser aplicado em pacientes que sofrem de erosão dental.

## 2.3 ADESÃO E CLAREAMENTO DENTAL

### 2.3.1 Esmalte

Titley et al. (1988), em um estudo *in vitro*, compararam a resistência à adesão de duas resinas compostas ao esmalte bovino clareado ou não, por meio de teste de tração e cisalhamento. Foram divididos 256 dentes aleatoriamente em 4 grupos experimentais: no grupo 1 (experimental), os dentes foram imersos em peróxido de hidrogênio a 35% por 60 min; em seguida, lavados em água, secos e condicionados com ácido fosfórico a 37% por 60 s; no grupo 2 (controle), os dentes não foram clareados, mas tão-somente condicionados como no grupo 1; os espécimes do grupo 3 (experimental) foram primeiramente condicionados com ácido fosfórico a 37% por 60 s, lavados com água e secos, e depois imersos em peróxido de hidrogênio a 35% por 60 s; e no grupo 4 (controle), os dentes foram condicionados como no grupo 3, no entanto não foram clareados, mas sim imersos em solução de cloreto de sódio a 0,9%. Os espécimes foram armazenados em água a 37 °C por 1 a 7 dias antes dos testes de resistência à adesão sob cisalhamento e tração. Os espécimes receberam restaurações com dois tipos de resinas compostas, uma de micropartículas e outra de partículas pequenas, utilizando-se o mesmo sistema adesivo. Os resultados do estudo evidenciaram que a exposição ao peróxido de hidrogênio reduziu significativamente a resistência de união das resinas compostas à superfície do esmalte bovino, independentemente do tipo do teste aplicado, do tipo de resina, da sequência de condicionamento e do tempo decorrido entre a colocação da resina e o teste. Sob microscopia eletrônica de varredura, os espécimes a que se aplicou tratamento clareador foram incapazes de aderir corretamente à superfície de esmalte condicionado. Perceberam os autores que a aplicação de 60 s de gel de ácido fosfórico a 37% na superfície de esmalte não eliminou o efeito do peróxido de hidrogênio e que o clareamento do esmalte realizado antes de procedimentos adesivos deve ser encarado com cautela.

Torneck et al. (1990) investigaram, mediante resistência de união, o efeito do tempo de exposição do peróxido de hidrogênio a 35% no esmalte bovino, juntamente com o condicionamento com ácido fosfórico realizado antes ou depois do clareamento. No grupo 1, os dentes bovinos foram submetidos à imersão em peróxido de hidrogênio a 35% por 5 min e 30 min e subseqüentemente condicionados por 60 s com ácido fosfórico a 37%. O grupo 2 foi imerso em solução salina e depois condicionado como no grupo 1; o grupo 3 foi primeiramente condicionado e depois imerso no agente clareador por 5 min e 30 min; o grupo 4 teve seus espécimes condicionados e, após isso, imersos em solução salina. Cilindros de resina composta foram construídos e aderidos sobre a superfície plana dos dentes bovinos extraídos e depois submetidos a teste de tração e cisalhamento. Os resultados estatísticos indicaram diferenças significativas nos tempos de exposição, pois os espécimes tratados com peróxido de hidrogênio por 30 min mostraram menor adesão do que os tratados por 5 min. Já o condicionamento ácido não trouxe diferença significativa. Sob microscopia eletrônica, os espécimes clareados apresentaram-se mais irregulares, com áreas de resina não aderidas, mais marcantes nos dentes que receberam 30 min de aplicação. O estudo também mostrou a existência de relação entre o tempo de tratamento e redução da adesão, que é tempo-dependente. Os autores levantaram a hipótese de que a redução da adesão pode estar relacionada à presença de oxigênio, inibindo a polimerização nas áreas interprismáticas do esmalte, principalmente o bovino, que apresenta diferenças na estrutura e na dimensão das áreas interprismáticas.

Ruse et al. (1990) estudaram o efeito do clareamento com peróxido de hidrogênio a 35% por 60 min e do condicionamento com ácido fosfórico a 37% por 60 s, em esmalte bovino sob três condições: sem preparo e sem profilaxia; sem preparo e com profilaxia; e preparados. Em análise por raios X, verificou-se que a exposição ao peróxido de hidrogênio não produziu alteração significativa na composição dos elementos do esmalte, apesar do aumento na concentração de nitrogênio. Por outro lado, a exposição ao ácido fosfórico por 60 s produziu diminuição na concentração de cálcio e fósforo, com aumento da concentração de carbono e nitrogênio nas superfícies de esmalte somente no grupo sem

preparo e sem profilaxia, e também diminuição na concentração de carbono em espécimes preparados. Portanto, os autores concluem que a diminuição na resistência de união da resina ao esmalte clareado pode não provir da mudança na composição dos elementos do esmalte. Também sugerem que uma rica camada orgânica pode estar presente na superfície de esmalte bovino sem profilaxia e não preparada, não afetada pelo condicionamento ácido; no entanto, esta pode ser removida por profilaxia ou por desgaste.

Titely et al. (1991) observaram e compararam ao microscópio eletrônico a penetração de *tags* de resina no esmalte bovino não clareado e clareado. O agente clareador foi uma solução de peróxido de hidrogênio a 35%, por 5 min e 30 min, submetido ao condicionamento com ácido fosfórico a 37% por 60 s e posteriormente armazenado em solução salina por 5 min e 30 min. Os resultados levaram à conclusão de que os *tags* de resina nos túbulos dentinários do grupo que não recebeu clareamento foram numerosos, claramente definidos e bem estruturados. No entanto, no esmalte clareado, eram esparsos, curtos e estruturalmente incompletos, além de haver muitas áreas sem penetração de resina. Não houve diferença na observação dos *tags* de resina em relação ao tempo de exposição do peróxido de hidrogênio, à ordem do condicionamento ácido e ao tempo de armazenamento em solução salina. Tais achados talvez se relacionem à perda de adesão dos substratos dentais clareados. Os possíveis efeitos da interação referida incluem inibição da polimerização da resina pelo oxigênio e aumento da porosidade criada pela geração do oxigênio.

Kalili et al. (1991), em estudo *in vitro*, pesquisaram sobre a resistência adesiva do esmalte humano clareado e a sua resistência à abrasão provocada pela escovação. Para tanto, dentes humanos recém-extraídos foram distribuídos em 4 grupos de 10 dentes cada, com diferentes regimes de clareamento: série de peróxido de hidrogênio de 2%, 5% e 10%, gel de peróxido de carbamida a 10%, gel de peróxido de hidrogênio a 6% e um grupo controle não clareado. Cumprido o tempo total de 6 h de tratamento, as porções de esmalte foram hibridizadas com um sistema adesivo dual contendo álcool como solvente e restauradas com o auxílio de cilindros de plástico e resina composta microparticulada com alto conteúdo

de carga. Executaram-se os testes de resistência adesiva sob cisalhamento após 2 semanas, em máquina de ensaios universal. No teste de resistência à abrasão, também os 4 grupos de 10 dentes foram utilizados, com metade de sua face vestibular mascarada exposta ao clareamento e posteriormente à escovação acionada por dispositivo contendo uma escova automatizada. Os dentes foram submetidos a 2.100 ciclos de escovação com creme dental e uma força de 125 g, a fim de simular a escovação manual. Após isso, foram examinados sob metalografia para a medição da quantidade de esmalte removido. Todas as amostras clareadas apresentaram substancialmente maior abrasão em comparação com o esmalte não clareado, sem diferença entre os agentes clareadores. Em relação à resistência de união, não se registrou diferença estatística entre os diversos agentes clareadores, nem entre as amostras clareadas e o grupo controle, embora os espécimes submetidos ao clareamento com peróxido de hidrogênio a 6% tivessem menor resistência de união que os demais. Os autores atribuem os bons resultados da resistência de união dos espécimes clareados à composição do sistema adesivo aplicado, que continha álcool como solvente, o que pode ter minimizado os efeitos inibitórios do oxigênio. O cirurgião-dentista deve atentar para o risco de maior desgaste dental durante o clareamento, o que não chega a representar destruição do esmalte após o tratamento clareador.

Stokes et al. (1992) estudaram o efeito de agentes clareadores na resistência de união ao cisalhamento em esmalte humano. A partir de 30 terceiros molares humanos extraídos, os espécimes do grupo A (controle) foram aplainados no esmalte, de forma a apresentar pelo menos 5 mm de diâmetro. Nessa superfície, executaram-se os procedimentos de hibridização e restauração de um cilindro de 4 mm de diâmetro de resina composta para a confecção das amostras para o teste de cisalhamento. No grupo B, mergulharam-se os dentes em peróxido de hidrogênio a 35% por 2 h; e no grupo C, o agente clareador utilizado foi o peróxido de carbamida a 10% por 14 dias, para simular tratamento noturno. Todas as amostras foram preparadas para o teste de cisalhamento, com armazenagem em água por 48 h antes do experimento. O resultado subordinado ao tratamento estatístico mostrou que o peróxido de carbamida por 14 dias tem efeito similar na diminuição de adesão provocada



pelo peróxido de hidrogênio por 2 h. Os grupos de esmalte clareados apresentaram cerca de metade da resistência de união do grupo não clareado. Os autores ainda observaram, no final da pesquisa, que houve ampla variação nos valores do teste de cisalhamento, inclusive dentro do mesmo grupo, e explicaram que há aí um fenômeno típico de estudos de resistência de união laboratoriais.

Tong et al. (1993) observaram, sob microscópio de luz polarizada e microscópio eletrônico de varredura, os efeitos do condicionamento com ácido fosfórico a 37%, da microabrasão com ácido hidroclorídrico a 18% e do clareamento com peróxido de hidrogênio a 30% na superfície do esmalte humano. Os autores comentam que, a despeito de serem procedimentos utilizados como rotina clínica, poucos estudos estão disponíveis quanto a seus efeitos. A partir de 24 dentes extraídos, 6 grupos de 4 dentes cada foram formados aleatoriamente. Apenas a porção vestibular foi utilizada e recebeu profilaxia. Os terços cervical e incisal ficaram protegidos. Os grupos 1, 2 e 3 receberam microabrasão com ácido hidroclorídrico a 18% e pedra-pomes por um intervalo de 5 s, com taça de borracha em baixa rotação, ações repetidas por 10 vezes no grupo 1 e 20 vezes no grupo 2. No grupo 3, o produto foi aplicado com uma gaze por 100 s. No grupo 4, os espécimes receberam aplicação de ácido fosfórico a 37% por 30 s. Os grupos 5 e 6 receberam peróxido de hidrogênio a 30% por 30 min, ativado por luz, com a diferença de que no grupo 6 houve condicionamento ácido prévio. Analisaram-se réplicas dos espécimes em silicone em microscópio eletrônico de varredura, assim como porções longitudinais foram seccionadas e levadas ao microscópio de luz polarizada. A maior perda de esmalte ocorreu no grupo 2 (cerca de 360  $\mu\text{m}$ ), em que o esmalte recebeu microabrasão com ácido hidroclorídrico a 18% e pedra-pomes com taça de borracha por 20 vezes. O grupo de dentes que recebeu apenas condicionamento ácido por 30 s perdeu cerca de 5  $\mu\text{m}$ . Os que se sujeitaram a condicionamento seguido por clareamento por 30 min mostraram perda semelhante (5,3  $\mu\text{m}$ ), sem diferença significativa. Os autores consideram que as razões para a perda de esmalte durante o clareamento não se atribui ao agente clareador, e sim ao condicionamento ácido prévio, já que no grupo apenas clareado não houve perda de esmalte mensurável. Os autores

entendem que o pré-tratamento do clareamento dental com ácidos pode criar microcanais, aumentando a área de superfície exposta à ação do peróxido de hidrogênio.

Barghi e Godwin (1994) estudaram *in vitro* métodos para tentar controlar ou reduzir os efeitos imediatos do clareamento na adesão de resinas compostas ao esmalte, testando soluções de pré-tratamento que deslocam a água em combinação com vários sistemas adesivos. Para o experimento, 140 molares humanos foram utilizados, desgastados em lixa 320 e 600 em esmalte, e aleatoriamente foram distribuídos em 2 grupos: clareamento caseiro e de consultório (Rembrandt Lighten Bleaching Gel – peróxido de carbamida a 10%; e QuickStart Bleaching Agent – peróxido de carbamida a 35%, Dent-Mat Corp., Santa Maria, CA, EUA). Cada dente clareado ainda foi subdividido em 7 grupos para diferentes tratamentos prévios à adesão. Depois do clareamento, os espécimes receberam incrementos de resina sobre o esmalte clareado e foram armazenados por 1 semana antes do teste de resistência de união sob cisalhamento. Os dados receberam tratamento estatístico e mostraram que o grupo com menor adesão foi o de clareamento caseiro. Pré-tratamento do esmalte com álcool ou acetona (deslocadores de água) reduziu os efeitos adversos na adesão, entretanto os valores são menores que os do grupo controle. O uso de sistemas adesivos contendo acetona (sem pré-tratamento) eliminou os efeitos adversos da adesão no clareamento de consultório, o que não se observou no clareamento caseiro, em que os efeitos reduziram-se, mas não se eliminaram. Os autores acreditam que a presença de acetona no sistema adesivo deslocou a água contendo oxigênio advindo do clareamento, e, então, a porção hidrofílica pôde penetrar mais profundamente no esmalte e formar tags resinosos de melhor qualidade. Apesar da maior concentração do agente clareador de consultório, os maiores efeitos deletérios foram observados no grupo de clareamento caseiro, provavelmente em virtude do maior tempo de contato com o esmalte.

Josey et al. (1996) investigaram o efeito do ácido fosfórico na superfície de esmalte clareado e a ação do peróxido de carbamida a 10% na morfologia superficial e na adesão de resina composta ao esmalte humano *in vitro*. Para tanto, dentes humanos foram selecionados e clareados por 10 h diárias (Rembrandt Lighten, EUA), num total de 7 dias, com

moldeira plástica. Quando se retirou a moldeira, os dentes foram escovados com creme dental (Rembrandt, EUA) por 30 s e depois lavados e armazenados em saliva artificial a 37 °C . A observação do microscópio de luz polarizada revelou que houve perda mineral na subsuperfície do esmalte. Sob microscopia eletrônica, o esmalte clareado apresentou-se com porosidades e depressões rasas; e os espécimes condicionados e clareados apresentaram uma superfície condicionada com perda da estrutura prismática. No teste de resistência de união sob cisalhamento, não houve diferença estatística entre as amostras clareadas e as não clareadas, apesar de os espécimes aderidos 24 h depois do clareamento apresentarem médias mais baixas em relação aos tempos maiores de armazenamento. O artigo especula que a perda mineral observada pela microscopia óptica nesses espécimes pode potencializar a ação do ácido fosfórico, provocando mudanças estruturais nos prismas de esmalte ou dificultando sua remoção das camadas mais profundas, o que resultaria em superfície supercondicionada. Os autores sugerem que um menor tempo de condicionamento ácido pode melhorar a topografia superficial disponível para adesão da resina composta. As características do condicionamento ácido após o clareamento podem alterar a adesão e contribuir para maior suscetibilidade à microinfiltração.

Perdigão et al. (1998) avaliaram a interface adesiva entre esmalte e resina, formada por dois sistemas adesivos de frasco único, após clareamento com peróxido de carbamida a 10% *in vitro*, por meio de espectroscopia de energia dispersiva (EDS) e microscopia eletrônica de transmissão. A pesquisa envolveu 10 incisivos humanos extraídos, que tiveram suas porções radiculares removidas e a porção apical da coroa dental selada com um sistema adesivo e uma resina do tipo *flow*. A face vestibular de cada dente foi submetida ao clareamento com peróxido de carbamida a 10%, por 4 h diárias, durante 1 semana, e 5 dentes serviram como controle. Nos intervalos entre os experimentos, a coroa do dente foi imersa parcialmente em saliva artificial, de modo que a face vestibular não a contactava diretamente. Cada metade dos incisivos foi analisada com o EDS em três profundidades diferentes (1 µm, 2 µm e 5 µm) e em três diferentes áreas (terços incisal, médio e cervical). O método citado serviu para analisar as concentrações de cálcio, fósforo e

oxigênio nas amostras clareadas e não clareadas. A segunda parte do estudo utilizou 15 molares humanos extraídos, de onde se obtiveram fatias da face oclusal. Estas foram seccionadas no sentido méso-distal, formando duas metades. Tais amostras foram seladas com esmalte de unha, restando apenas o esmalte oclusal exposto. Uma porção recebeu clareamento com peróxido de carbamida a 10% durante 4 h diárias, por 7 dias, e a restante permaneceu apenas em saliva artificial. As amostras foram aleatoriamente divididas em 3 grupos tratados e dois não tratados (controle). Para os grupos clareados, aplicaram-se três sistemas adesivos: dois de frasco único (Prime & Bond 2.1, Dentsply, EUA; e Syntac Single-Component, Ivoclar Vivadent, Liechtenstein) e um de três passos (Scotchbond Multi-Purpose, 3M ESPE, EUA). Uma camada de resina composta foi inserida sobre o esmalte e fotoativada para posterior análise da interface adesiva no microscópio eletrônico de transmissão. Os resultados da análise EDS mostraram que a concentração de oxigênio havia sido igual para as amostras clareadas e as de controle; também não houve diferença em relação à profundidade e à localização, muito embora o terço incisal mostrasse tendência de menor acúmulo de oxigênio. Contudo, observou-se queda na concentração de cálcio e de fósforo dos espécimes clareados em relação aos não clareados. Sob a microscopia eletrônica, constatarem-se alterações morfológicas nos cristais superficiais do esmalte clareado. Nos espécimes unidos com Syntac Single-Component, os cristais de esmalte não estavam completamente envolvidos pela resina, fato este não verificado nos espécimes aderidos com Prime & Bond, que promoveu um bom envolvimento dos cristais, sem deixar espaços vazios. O tipo de solvente pode ser responsável por esse achado, pois já é conhecida a característica da acetona como solvente de “perseguir” a água e proporcionar ótima impregnação dos monômeros nos cristais de esmalte. Esse estudo conclui que o clareamento com peróxido de carbamida não amplia a concentração de oxigênio na superfície de esmalte. Entretanto, a dentina, que é um tecido dental completamente diferente do esmalte, pode ser responsável pelo acúmulo de oxigênio após o tratamento clareador, atuando como um reservatório.

Sung et al. (1999) submeteram amostras de esmalte humano ao tratamento com peróxido de carbamida a 10% e, após a restauração com três sistemas adesivos diferentes,

foram submetidas ao teste de resistência de união mediante cisalhamento. A partir de 24 pré-molares extraídos, com 2 superfícies de esmalte planificadas e polidas, 1 de controle e 1 experimental, os dentes foram aleatoriamente divididos em 6 grupos: 3 experimentais e 3 controle. Executou-se o regime clareador com gel de peróxido de carbamida a 10%, por 6 h diárias durante 5 dias, por meio de moldeiras plásticas. Os dentes eram mantidos em solução salina quando não estavam sendo clareados e, terminado o tratamento, os espécimes foram armazenados novamente em solução salina por 5 dias, a 25 °C, e submetidos aos procedimentos adesivos. Cada dente teve as duas superfícies restauradas pela técnica do condicionamento ácido total, com três sistemas adesivos diferentes, de acordo com cada grupo: All Bond 2 (Bisco, EUA); OptiBond (Kerr, EUA); e One Step (Bisco, EUA). Confeccionaram-se cilindros de resina composta nas superfícies de esmalte, e as amostras foram levadas à termociclagem de 1.000 ciclos. Somente após 5 dias, os espécimes foram submetidos ao teste de cisalhamento, sendo os dados posteriormente analisados estatisticamente. Para os dentes restaurados com o All-Bond 2 e One Step, as amostras clareadas tiveram menor resistência adesiva em relação ao grupo controle. Contudo, para o sistema adesivo OptiBond, não houve diferença estatística entre os espécimes clareados e o controle. Para os autores, este último adesivo, por conter álcool na composição, pode vir a interagir com o oxigênio residual e minimizar seus efeitos inibitórios nos processos de adesão. O mesmo não ocorreu com os outros adesivos, que possuíam acetona como solvente. Isso também pode ter ocorrido em virtude do tempo de armazenamento dos espécimes antes dos procedimentos adesivos. Conclui-se que o uso de agentes adesivos com álcool como solvente pode ser útil para procedimentos restauradores e ser executado imediatamente após o clareamento.

Teixeira et al. (2002) avaliaram a resistência de união, por meio do teste de cisalhamento, de uma resina composta ao esmalte bovino clareado e restaurado em diferentes tempos decorridos entre o clareamento e o procedimento adesivo. Os 320 incisivos bovinos foram divididos aleatoriamente em 4 grupos (perborato de sódio mais peróxido de hidrogênio a 30%; perborato de sódio mais água destilada; peróxido de carbamida a 37%;

e um grupo placebo, com água destilada) e subdivididos segundo 4 intervalos de tempo diferentes entre o clareamento e a restauração (imediatamente, 7, 14 e 21 dias). Os agentes clareadores e o curativo placebo foram trocados a cada 7 dias, por 4 semanas, e os espécimes mantidos em saliva artificial durante todo o experimento. A fim de executar o teste de cisalhamento, uma porção de 5 mm<sup>2</sup> da parte incisal de cada coroa foi removida, incluída e aplainada para receber uma porção de resina composta, após condicionamento ácido e aplicação de sistema adesivo. Promovido o teste de cisalhamento em máquina de ensaios universal, os dados foram submetidos a análise estatística. Os valores mais baixos de adesão encontraram-se no grupo do peróxido de hidrogênio a 30% mais perborato de sódio imediatamente após o clareamento. Nos demais tempos (7, 14 e 21 dias), nenhuma diferença foi encontrada nos valores de resistência de união em função do agente clareador utilizado. Os autores atribuem a diminuição da resistência no grupo do peróxido de hidrogênio a 30% mais perborato de sódio a uma quantidade significativa de oxigênio ativo afetando a adesão.

Basting et al. (2004) investigaram a resistência de união sob teste de cisalhamento do esmalte humano tratado por 42 dias com várias concentrações de peróxido de carbamida (10% a 22%) de diferentes fabricantes, após 15 dias de armazenamento em saliva artificial. Para a pesquisa, utilizaram-se 120 fragmentos de esmalte, os quais foram lixados. Parte de cada espécime foi coberta com esmalte de unha para não entrar em contato com os agentes clareadores. Os dentes foram divididos em 8 grupos, 1 deles não clareado (controle). Os agentes clareadores foram aplicados durante 8 h diárias e, enquanto não estavam sendo clareados, foram armazenados em saliva artificial. As amostras foram preparadas para o teste de cisalhamento mediante a união de uma porção de resina composta ao esmalte clareado. Não houve diferença significativa na resistência de união dos espécimes em relação ao grupo controle, que recebeu placebo. Segundo os autores, tal resultado deve-se principalmente ao ganho de minerais advindos da saliva e ao tempo que permitiu a saída de oxigênio residual dos tecidos dentais, de forma a não interferir na adesão ao esmalte clareado.

Sundfeld et al. (2005) quantificaram a penetração de material adesivo por meio do comprimento dos *tags* de resina em esmalte humano após clareamento com peróxido de hidrogênio a 35% em diferentes intervalos de tempo entre o clareamento e o tratamento restaurador. Pré-molares recém-extraídos foram divididos em 5 grupos de 6 dentes cada, e suas raízes incluídas em resina acrílica, de modo que a coroa dental permanecesse exposta, sendo utilizadas as faces vestibular e lingual. O grupo controle não recebeu nenhum tratamento clareador, apenas profilaxia, condicionamento com ácido fosfórico a 35% por 1 min, aplicação do sistema adesivo ScotchBond Multi Purpose (3M ESPE, EUA) e fotopolimerização. Além disso, recebeu a aplicação de uma camada de 2 mm da resina composta Z100 (3M ESPE, EUA), com posterior fotoativação por 40 s. Nos grupos experimentais, efetuada a profilaxia, os dentes receberam uma camada de gel clareador com peróxido de hidrogênio a 35% (Opalescence X-TRA, Ultradent Products, EUA) por 15 min. O gel foi removido com spray ar/água, e um grupo foi imediatamente hibridizado e restaurado (T0), como no grupo controle. Para os outros grupos, executou-se o tratamento restaurador após 7 dias (T7), 14 dias (T14) e 21 dias (T21) do tratamento clareador. Ao final, cada dente foi seccionado em fatias, as quais, polidas, foram submetidas a uma descalcificação com ácido nítrico a 40% por 60 s, para dissolução do esmalte e evidência da camada adesiva. Sob microscópio óptico de 400x de aumento, os *tags* de resina foram medidos em 3 pontos de cada secção. A análise estatística realizou-se com ANOVA e Tukey, e revelou diferença estatística entre os grupos. No grupo controle, no T7, no T14 e no T21, os resultados foram similares, com melhor penetração do material restaurador, excelente formação de *tags* de resina, em grande número, com comprimentos similares e uniformes. No grupo T0, a penetração de resina revelou-se menor, com *tags* diminutos, mais finos e sem uniformidade. Os autores atribuem tal fato a outros estudos que sugerem que a presença de oxigênio residual no esmalte inibe a polimerização adequada do material resinoso. De acordo com os resultados desse estudo, um intervalo de 7 dias deve ser respeitado entre o tratamento clareador e o tratamento restaurador, haja vista que, em muitos casos, após o

clareamento, algumas restaurações têm de ser substituídas em virtude da discrepância de cor entre o dente e o material restaurador.

Silva et al. (2005) avaliaram por meio do teste de resistência à tração a capacidade de adesão de uma resina composta ao esmalte humano clareado. Utilizaram-se na pesquisa terceiros molares extraídos. Restaurou-se a face oclusal intacta com um bloco de resina composta pela técnica do condicionamento ácido total, permanecendo os dentes armazenados em água por 24 h. Cada dente foi seccionado em fatias paralelas entre si, com espessura de 0,7 mm, e posteriormente preparadas com uma ponta diamantada com formato de ampulheta, na região da interface. As amostras foram divididas em 7 grupos. O grupo 1 representou o controle, permanecendo apenas em saliva artificial. No grupo 2, as amostras foram submetidas ao clareamento com peróxido de carbamida a 10% (Whiteness Perfect, FGM, Brasil) por 6 h diárias, durante 14 dias. Os espécimes do grupo 3 receberam peróxido de carbamida a 10% (Colgate Platinum Overnight, EUA) por 6 h diárias, durante 5 dias. Como agente clareador do grupo 4 usou-se peróxido de hidrogênio a 7,5% (Day White 2Z, Discus Dental Inc., EUA), aplicado diariamente por 30 min, durante 14 dias. O peróxido de carbamida a 37% (Whiteness Super, FGM, Brasil) foi o clareador escolhido para o grupo 5, aplicado por 2 vezes no curso de 30 min. No grupo 6, as amostras foram clareadas com peróxido de carbamida a 35% (Opalescence Quick, Ultradent, EUA), em 2 aplicações de 30 min cada. Finalmente, no grupo 7 utilizou-se peróxido de hidrogênio a 35% (Whiteness HP, FGM, Brasil), aplicado 2 vezes por 15 min cada. Os regimes de clareamento foram os recomendados pelos fabricantes. Durante o clareamento, os espécimes mantiveram-se em 100% de umidade a 37 °C e, finalizada a aplicação do tratamento, foram conservados em saliva artificial. O teste de tração foi realizado e os resultados analisados estatisticamente. Em todos os grupos experimentais houve redução da resistência adesiva de aproximadamente 30% a 57% em relação ao esmalte não clareado. O valor mais baixo de resistência de união foi relativo ao grupo do peróxido de hidrogênio a 35%, o qual também apresentou, ao microscópio eletrônico de varredura, aparência similar à do esmalte condicionado com ácido fosfórico. As amostras clareadas deixaram à mostra porosidades no esmalte, indicando perda



de material interprismático. Os autores levantaram a hipótese de que o efeito de oxidação dos clareadores pode fragilizar a superfície e a subsuperfície do esmalte, haja vista que estes penetram mais profundamente que os agentes adesivos. Provavelmente, o volume de saliva artificial usado nesse estudo não foi capaz de remineralizar a superfície alterada e de prevenir os danos causados à resistência de união do esmalte.

### 2.3.2 Dentina

Toko e Hisamitsu (1993) compararam *in vitro* a resistência de união de dentina humana clareada e não clareada, sob teste de cisalhamento, com diferentes sistemas adesivos. Coletados 100 molares humanos hígidos, 50 deles foram submetidos ao clareamento com mistura de peróxido de hidrogênio a 30% e perborato de sódio. Os demais não foram clareados, permanecendo com grupo controle para comparações. Todos os dentes, incluídos em resina epóxica, tiveram uma porção de esmalte removida para a exposição da dentina subjacente. Em um tubo de vidro de 4 mm de diâmetro interno, selado superiormente, uma câmara pulpar foi simulada, permanecendo a outra extremidade em contato com a dentina, preenchida com a pasta clareadora. O curativo de demora permaneceu por 9 dias consecutivos e foi substituído a cada 3 dias. Ao final do período de tratamento, todos os dentes foram divididos aleatoriamente em 5 subgrupos, que utilizaram sistemas adesivos diferentes, e depois disso foram restaurados com resina composta. Os sistemas adesivos utilizados no ensaio foram: Scotchbond 2 (3M ESPE, EUA), Gluma (Bayer Dental, Alemanha), All-Bond (técnica 1A – Bisco, EUA), All-Bond (Técnica 1B – Bisco, EUA) e EDTA-GM Photobond (sistema experimental, Kuraray, Japão). Findas 24 h, armazenados em água corrente a 20 °C, os espécimes foram submetidos ao teste de cisalhamento. Os dados obtidos, em megapascals, foram analisados estatisticamente. Os resultados daí decorrentes mostraram que a resistência de união dos elementos clareados havia sido menor em comparação com os não clareados. Os autores atribuem tal resultado à remoção de conteúdo orgânico não fibroso do interior da substância dental, provocada pelo clareamento dental.

Spyrides et al. (2000) avaliaram a resistência de união, sob teste de cisalhamento, de uma resina composta unida à dentina bovina clareada com três regimes de clareamento diferentes. Utilizaram-se na pesquisa 120 incisivos bovinos, com dois tempos diferentes: adesão realizada imediatamente ao clareamento e 7 dias depois. O grupo A representou o controle, o qual não sofreu tratamento clareador. O grupo B recebeu 30 min de peróxido de hidrogênio a 35%, o grupo C foi clareado com peróxido de carbamida a 35% por 30 min, enquanto o grupo D foi exposto a um gel de peróxido de carbamida a 10% por 6 h. Quinze segundos depois do condicionamento ácido, lavagem com água e aplicação de sistema adesivo (Single Bond, 3M ESPE, EUA), matrizes cilíndricas transparentes com 4 mm de diâmetro, preenchidas com resina composta (Z100 cor A2, 3M ESPE, EUA), foram aderidas na superfície plana de dentina. Findo o teste de cisalhamento, os resultados demonstraram que, ao ser a adesão procedida logo após o clareamento, houve grande redução na resistência para todos os grupos. Mesmo após 1 semana, o grupo com os espécimes tratados com peróxido de carbamida a 10% foi o único a continuar com baixa resistência de união; com níveis próximos dos medidos logo após o clareamento. Os autores acreditam que isso ocorreu devido à aplicação mais longa que este grupo recebeu – 6 h diárias –, em comparação aos 30 min dos outros agentes, o que poderia ser consequência de maior acúmulo de oxigênio na dentina e redução da capacidade de adesão. Nenhum dos grupos experimentais recuperou a magnitude da resistência de união do grupo não clareado. A hipótese de a dentina servir de reservatório de oxigênio após o clareamento precisa ser mais bem investigada, visto que, de acordo com a pesquisa, procedimentos adesivos envolvendo dentina exposta no meio bucal, como em lesões cervicais e preparos de facetas que se estendem em dentina, devem ser adiados por pelo menos 7 dias. Estudos *in vivo* em humanos ou animais devem ser realizados para a confirmação dos achados laboratoriais e também com a finalidade de determinar mudanças que possam ocorrer na estrutura da dentina.

Chng, Palamara e Messer (2002) estudaram o efeito do peróxido de hidrogênio a 30% e o do perborato de sódio nas propriedades biomecânicas da dentina, servindo-se da técnica de clareamento intracoronário mediata em dentes humanos. Quarenta e quatro pré-

molares extraídos por razão ortodôntica tiveram o conduto radicular selado até 4 mm abaixo da junção amelocementária e divididos aleatoriamente em 4 grupos de 11 dentes cada. O grupo 1 recebeu na câmara pulpar uma bolinha de algodão com água destilada; no grupo 2 foi utilizado um curativo com uma bolinha de algodão embebida em peróxido de hidrogênio a 30%. Os dentes do grupo 3 foram clareados com uma pasta de perborato de sódio e água destilada, enquanto o grupo 4 o foi com uma mistura de perborato de sódio e peróxido de hidrogênio a 30%. Os dentes foram armazenados por 7 dias a 37 °C e depois foram preparados para os testes de resistência final à tração e de resistência ao cisalhamento por micropunção e microdureza Vickers. As médias da resistência à tração revelaram-se menores para os espécimes clareados em comparação com os dentes não clareados. A média de resistência ao cisalhamento da dentina externa foi maior que a da dentina interna nos 4 grupos testados, exceto no grupo controle, que se apresentou maior na dentina interna. O grupo tratado apenas com peróxido de hidrogênio exibiu os menores valores de microdureza, independentemente da localização da dentina; porém, nos grupos tratados somente com perborato de sódio, ou em combinação com peróxido de hidrogênio, não houve diminuição na microdureza da dentina. Os autores tentaram responder se o clareamento intracoronário enfraquecia a estrutura dental pela diminuição da resistência final à tração, resistência ao cisalhamento e microdureza. O peróxido de hidrogênio a 30% e o perborato de sódio utilizados isoladamente ou combinados enfraquecem a dentina em níveis diminutos, segundo os pesquisadores. Entretanto, a perda excessiva de estrutura coronal seria a principal causa de fraturas atribuídas ao procedimento de clareamento dental.

Elkhatib et al. (2003) investigaram *in vitro* os efeitos do peróxido de hidrogênio a 30% com perborato de sódio sobre o pH de superfície da dentina humana e sobre a resistência de união sob microtração com um sistema adesivo autocondicionante. Trinta e sete dentes anteriores hígidos extraídos foram utilizados para a confecção de discos de dentina oriundos da região coronária vestibular. A porção de cada disco voltada para a polpa foi polida com discos de lixa 600 sob água corrente, e o pH de 18 discos de dentina foi medido como controle. Aplicou-se uma mistura de peróxido de hidrogênio a 30% e perborato de

sódio nos discos de dentina por 1 semana, lavados com água por diferentes tempos de enxágüe (5 s, 15 s ou 30 s, em 3 grupos diversos), tudo posteriormente armazenado em água. O pH dos espécimes foi novamente medido. Metade dos espécimes lavados por 5 s foi armazenada em água por 1 semana e teve os valores de pH registrados. Para o teste de resistência de união sob microtração, discos clareados e não clareados (controle) foram restaurados com uma resina composta e com um sistema adesivo autocondicionante de dois frascos (Clearfil SE Bond, Kuraray, Tóquio, Japão). Após 24 h, foram testados com o formato de ampulheta. Os valores de pH dos grupos de enxágüe de 5 s e 15 s ficaram mais altos que os do grupo controle, enquanto os grupos de 30 s e 1 semana de armazenamento tiveram valores de pH similares aos do grupo controle. A resistência de união para os espécimes de enxágüe de 5 s, 15 s e 30 s foi mais baixa que a do grupo controle e do grupo de armazenamento em água por 1 semana. Sob microscopia eletrônica de varredura, muitos depósitos granulares brancos foram observados nos discos clareados, com maior quantidade no grupo de enxágüe de 5 s e menor quantidade nas amostras de 30 s. Um pH mais alto da dentina, resultante do clareamento, talvez tenha sido a razão para a resistência de união mais baixa encontrada com o sistema adesivo contendo *primer* autocondicionante.

Shinohara et al. (2004) avaliaram *in vitro*, pelo teste de cisalhamento, a resistência de união de compósitos a dentes clareados pela técnica mediata, com três sistemas adesivos diferentes. Realizada a limpeza de 270 dentes bovinos, cada dente foi seccionado horizontalmente 11 mm oclusalmente à junção cimento/esmalte e 7 mm apicalmente. Na porção radicular, um tampão apical de 3 mm de IRM (Dentsply, EUA) foi inserido para evitar infiltração do agente clareador durante o tratamento; a região apical foi selada com resina epóxica. Os espécimes foram divididos aleatoriamente em 3 grupos: controle (sem clareamento); perborato de sódio e água; e peróxido de carbamida a 37%. As trocas de curativo foram realizadas a cada 7 dias, totalizando 3 semanas, e os dentes foram armazenados em saliva artificial a 37 °C. Produzido o clareamento, os dentes foram seccionados e resultaram em amostras de esmalte e dentina, que subseqüentemente se dividiram entre três sistemas adesivos: Single Bond (3M ESPE, EUA), Clearfil SE Bond (Kuraray,

Japão) e Prime & Bond NT (Dentsply, EUA). Uma mesma resina composta foi aderida nos espécimes, que, depois de 1 semana de armazenamento, foram submetidos ao teste de cisalhamento com máquina de ensaios universal. Os resultados, submetidos à análise estatística, mostraram que no esmalte os dois agentes clareadores da pesquisa reduziram os valores de resistência de união. No entanto, na dentina tal redução só ocorreu no grupo clareado com perborato de sódio. O adesivo Prime & Bond NT foi o sistema que obteve os menores valores de adesão. Na dentina, o peróxido de carbamida não diminuiu a resistência de união, provavelmente em função de sua reação mais imediata, liberando os resíduos de oxigênio rapidamente em comparação ao perborato de sódio, que possui uma decomposição mais lenta. Além do mais, a dentina constitui um substrato mais poroso, o que facilita a saída dos resíduos. Os autores concluem que o tipo de adesivo utilizado não afeta a resistência de união sob cisalhamento e, por isso, recomendam um adiamento entre o clareamento dental e os procedimentos adesivos.

Miguel et al. (2004) estudaram o efeito do peróxido de carbamida a 10%, *in situ*, na resistência de união de uma resina composta à dentina humana, em novo modelo de estudo piloto. Para tanto, os pesquisadores selecionaram um voluntário de 21 anos, que teve os terceiros molares extraídos, dos quais se obtiveram discos de dentina, que foram incluídos em um aparelho móvel de acrílico, na região palatina. Um gel de peróxido de carbamida a 10% foi aplicado com moldeira plástica em alguns espécimes, por 2 h diárias, durante 21 dias. Outros serviram de controle, ou seja, não tomaram contato com o gel de peróxido de carbamida a 10%. Concluído o tratamento clareador, os fragmentos de dentina foram removidos do aparelho e restaurados com compósito de forma convencional, com condicionamento ácido total e aplicação de sistema adesivo de frasco único. Com os cortes dos espécimes, os filetes foram submetidos ao teste de microtração. A análise estatística indicou que a resistência de união foi significativamente afetada após o clareamento, quando comparado ao grupo controle. Como vantagem, esse tipo de estudo *in vivo* simula as condições encontradas no ambiente bucal e considera parte das variáveis clínicas presentes no

clareamento caseiro. A dentina é um tecido mais permeável que o esmalte, portanto o peróxido pode potencializar sua difusão em comparação com o esmalte.

Shinohara et al. (2005) submeteram 270 dentes bovinos ao clareamento intracoronário por 21 dias utilizando dois agentes clareadores, a fim de medir a resistência de união dos tecidos dentais por meio do teste de cisalhamento. O tempo decorrido entre o clareamento e a restauração também consistiu numa das variáveis do estudo. Os dentes foram cortados horizontalmente a cerca de 11 mm oclusalmente e a 7 mm apicalmente à junção cimento/esmalte. Removida a polpa e desgastada a câmara pulpar com uma ponta diamantada para aumentar seu tamanho, a porção apical foi selada para prevenir o vazamento do agente clareador. Os dentes foram aleatoriamente divididos em 9 grupos, com dois agentes clareadores (perborato de sódio e peróxido de carbamida a 37%) e diferentes períodos entre o clareamento e a adesão (1 dia, 2 e 3 semanas). Os curativos de demora foram substituídos a cada 7 dias por 3 semanas. Metade dos espécimes de cada grupo foi aplainada em dentina, e a restante, em esmalte, sendo executadas restaurações de resina composta com um molde, para a obtenção dos espécimes levados ao teste de cisalhamento. Os resultados mostram ter havido queda na resistência de união dos dentes testados 1 dia após o término do clareamento, em esmalte e em dentina, para os dois agentes clareadores, comparado ao grupo controle. O esmalte pareceu estar mais vulnerável às reações do clareamento, tanto que a resistência de união retornou a níveis normais apenas 2 semanas depois; por outro lado, a dentina retomou os mesmos valores em 1 semana de adiamento dos procedimentos restauradores. Uma possível explicação para isso é o fato de a dentina ser um substrato mais poroso que o esmalte, e assim os resíduos do peróxido podem ser mais facilmente liberados. Os autores concluem que é prudente aguardar cerca de 2 semanas antes da realização de procedimentos adesivos em dentes clareados e ainda que dentes clareados com perborato de sódio têm menor resistência de união, quando comparados com dentes clareados com peróxido de carbamida a 37%.

Timpawat et al. (2005) mediram a resistência de união *in vitro* em dentina humana após clareamento intracoronário com três agentes clareadores diferentes: peróxido

de hidrogênio a 35%; perborato de sódio com água; e perborato de sódio juntamente com peróxido de hidrogênio a 35%. Para tanto, 40 dentes anteriores superiores intactos tiveram seus condutos radiculares esvaziados, os terços coronais selados, e divididos aleatoriamente em 4 grupos de 10 dentes, sendo 3 grupos de clareamento e 1 grupo controle (água destilada). Os curativos de demora atuaram durante 7 dias; findo esse prazo, foram removidos e lavados com água destilada. Durante mais 7 dias, os espécimes, selados provisoriamente, receberam uma bolinha de algodão com água destilada em suas câmaras pulpares e foram armazenados a 37 °C em 100% de umidade antes da preparação para o teste de microtração. A porção radicular do dente foi seccionada, e então o dente teve a porção vestibular removida, no sentido mésio-distal, para expor o assoalho pulpar de dentina. Executada a hibridização com sistema adesivo e construção com bloco de resina composta, cada espécime foi cortado em duas fatias com cerca de 0,7 mm de espessura. As amostras foram desgastadas no formato de ampulheta e, antes de serem submetidas ao teste de microtração, tiveram a área aderida mensurada. Notou-se a maior média de resistência de união no grupo que utilizou perborato de sódio e água (9,17 MPa), e a menor, no grupo de perborato de sódio e peróxido de hidrogênio a 35% (3,99 MPa). Os autores atribuem os baixos valores de adesão à localização da dentina, pois, nesse estudo, a amostra era de dentina profunda, além de o canal radicular ter sido irrigado com hipoclorito de sódio a 5%. Pode residir aí a causa da diminuição da adesão. O estudo sugere que a espera de 7 dias pode não ser suficiente para neutralizar os efeitos do oxigênio na adesão e que se deve preferir o uso do perborato de sódio com água para o clareamento intracoronário, em vez do peróxido de hidrogênio a 35%.

Cadenaro et al. (2006) avaliaram *in vitro* a extensão da polimerização de diferentes sistemas adesivos aplicados em dentina humana clareada. A partir de 80 terceiros molares humanos, foram obtidos 160 discos de dentina, os quais, divididos em 4 grupos, representam diferentes tratamentos. Os grupos 1, 2 e 3 foram submetidos ao clareamento com peróxido de hidrogênio a 38%, num total de 30 min de aplicação na dentina. Os quatro sistemas adesivos testados foram: um de três passos (Adper Scotchbond Multi-Purpose, 3M

ESPE, EUA), um adesivo de dois passos (One Step, Bisco, EUA), um adesivo autocondicionante de dois passos (Clearfil Protect Bond, Kuraray, Japão) e, finalmente, um sistema autocondicionante de passo único (Xeno III, Dentsply, EUA). Realizaram-se os procedimentos adesivos em diferentes períodos depois do clareamento (imediatamente, após 24 h e em 14 dias), variando também o tempo de fotopolimerização dos sistemas adesivos (20 s, 40 s e 60 s). A análise de DSC (*differential scanning calorimetry*) mede o calor ou a reação obtida do efeito exotérmico resultante da conversão dos monômeros em polímeros. Na adesão realizada imediatamente após o clareamento, a conversão dos monômeros foi menor em todos os sistemas adesivos, em comparação com o controle, à exceção do Scotchbond Multi-Purpose, quando foi fotopolimerizado por tempo maior (40 s ou 60 s). Ainda de acordo com esse trabalho, apenas 24 h de armazenamento em água foram capazes de reverter a inibição da polimerização provocada pelo clareamento para os adesivos de múltiplos passos (Adper Scotchbond Multi-Purpose e Clearfil Protect Bond), em comparação com os outros sistemas adesivos de passos simplificados. Outra conclusão relatada pelos pesquisadores diz que aumentar o tempo de fotopolimerização dos sistemas adesivos testados, além do recomendado pelo fabricante, melhora a conversão dos monômeros.

Hilgert et al. (2006) avaliaram *in vitro* a resistência de união entre uma resina composta e a dentina clareada por 1 semana, por teste de microtração. Doze terceiros molares humanos hígidos foram selecionados para a pesquisa e tiveram sua porção radicular removida a 4 mm da junção amelocementária, na direção apical. Pontas diamantadas em alta rotação foram utilizadas para criar uma cavidade, por via apical. Os dentes foram então divididos aleatoriamente em 4 grupos. No grupo CO, os dentes não receberam nenhum clareador, servindo como controle. O grupo BLCO foi clareado com gel de peróxido de carbamida a 37% por 1 semana e restaurado imediatamente depois do tratamento clareador. Os dentes do grupo BLCH também tiveram o mesmo clareamento do BLCO, porém receberam também uma pasta de hidróxido de cálcio e água destilada como curativo de demora por 7 dias, e somente depois foram restaurados. O grupo BLSA também foi clareado da mesma maneira anterior e, adicionalmente, foi tratado com uma solução antioxidante de



ascorbato de sódio a 10% na cavidade, por 20 min, antes da restauração. Todas as restaurações foram executadas pela técnica de condicionamento ácido total, utilizando-se o sistema adesivo Single Bond 2 e a resina Filtek Supreme (3M ESPE, EUA). Os dentes foram seccionados na forma de filetes de cerca de 0,75 mm x 0,75 mm e testados em uma máquina de ensaios universal. Os dados foram coletados, transformados para MPa e submetidos a análise estatística. Os filetes fraturados foram observados sob microscopia óptica e eletrônica para classificação do modo de falha. As resistências de união obtidas pelos grupos CO, BLCO e BLSA foram estatisticamente semelhantes entre si. Apenas o grupo BLCH apresentou menor adesão. Os autores atribuem os resultados à remoção inadequada do hidróxido de cálcio do interior da cavidade, o que afeta adversamente a penetração do sistema adesivo na dentina desmineralizada, de acordo com as fotomicrografias realizadas. Em relação ao agente clareador, os autores acreditam que o peróxido de carbamida degradou-se de forma rápida e talvez tenha deixado pouca quantidade de oxigênio residual ativo que pudesse afetar a adesão. Outro fator capaz de ter contribuído para isso seria o uso do sistema adesivo contendo álcool como solvente, já que este parece interagir com o oxigênio residual, minimizando os efeitos do clareamento.

Arcari (2003) e Arcari et al. (2007) propuseram-se a medir a resistência de união, pelo teste de microtração, de resina composta à dentina humana clareada com três agentes clareadores diferentes, restaurados em 3 períodos também diversos depois do clareamento. Para tanto, 36 pré-molares extraídos tiveram suas faces oclusais instrumentadas até a formação de ampla cavidade do tipo classe I. Esses dentes foram subdivididos aleatoriamente em 4 grupos: não clareados, ou seja, controle (NB); clareado com peróxido de hidrogênio a 35% e perborato de sódio (SP-HP); clareado com peróxido de hidrogênio a 35% (HP); e, finalmente, clareado com peróxido de carbamida a 37% (CP). Subdividiu-se cada grupo ainda em mais 3 subgrupos: restaurados imediatamente (R0); após 7 dias (R7); e o dos restaurados após 14 dias (R14). Os curativos de demora foram trocados a cada 7 dias, totalizando 21 dias de clareamento. Durante os tempos de espera nos grupos R7 e R14, as cavidades receberam uma pasta formada por hidróxido de cálcio e água destilada.

Promoveram-se as restaurações definitivas com o sistema adesivo Single Bond 2 e com a resina Filtek Supreme (3M ESPE, EUA). Os dentes foram seccionados em forma de filetes para submeter-se ao teste de microtração e analisados sob MEV. A análise estatística dos dados revelou não ter havido diferença estatisticamente significativa entre os agentes clareadores utilizados, nem entre os diferentes tempos de espera antes da restauração definitiva. Os autores inferiram daí que os procedimentos adesivos podem realizar-se imediatamente ao término do clareamento intracoronário. O álcool presente no sistema adesivo pode ter sido responsável pela eliminação dos prejuízos decorrentes do clareamento na resistência de união, assim como a perda da efetividade dos agentes clareadores em deixar oxigênio residual.

#### 2.4 TESTE DE RESISTÊNCIA DE UNIÃO – MICROTRAÇÃO

Sano et al. (1994) investigaram *in vitro* a relação entre a área de superfície de adesão e a resistência de união de dois materiais odontológicos submetidos ao teste de microtração. A motivação para tal estudo, segundo os autores, é a grande dispersão dos resultados relatados de adesão à dentina e a pouca ou nenhuma concordância nos dados entre os diferentes laboratórios. Vinte terceiros molares humanos tiveram o esmalte oclusal e o esmalte periférico da mesial e distal removidos. A dentina foi tratada com um sistema adesivo (Scotchbond Multi-Purpose, 3M Dental, EUA; ou Clearfil Liner Bond 2, Kuraray, Japão; ou Vitremer, 3M Dental, EUA) e coberta com resina composta ou iônomo de vidro, com cerca de 3 mm a 5 mm de altura, de acordo com o grupo experimental. Realizaram-se cortes seqüenciais, originando espécimes de diferentes dimensões (0,5 mm x 0,5 mm a 3 mm x 3 mm). Posteriormente, os espécimes foram submetidos ao teste de microtração e a análise estatística. Mostraram os resultados que houve uma relação inversa entre a resistência adesiva e a área de superfície aderida em todos os três sistemas adesivos, sendo mais alta a obtida pelo Clearfil Liner Bond 2, seguida pelo Scotchbond Multi-Purpose e pelo Vitremer, com

menores valores. A principal conclusão desse estudo foi a comprovação de que a resistência adesiva é dependente da área de superfície. O motivo para tal fenômeno poderá ser produto da presença de defeitos e/ou da produção de estresse na interface ou no substrato, até porque num espécime maior há muito mais defeitos que podem conduzir à propagação de fratura do que em espécimes menores. Os autores ainda consideram que, para essa técnica, é prudente usar áreas de superfície em torno de  $1,6 \text{ mm}^2$  a  $1,8 \text{ mm}^2$ , uma vez que essas dimensões forneceram dispersão mínima nos resultados e produziram falhas adesivas na maioria dos espécimes.

Carvalho et al. (1994) avaliaram o teste de microtração no início de seu desenvolvimento, mensurando a resistência de união de uma resina composta e um cimento de ionômero de vidro na dentina. Com inúmeras variações relatadas pelas pesquisas, em decorrência de diferentes metodologias, é cada vez maior a preocupação em padronizar os testes de adesão *in vitro*. Vinte terceiros molares humanos foram usados na pesquisa, sendo o esmalte oclusal e o esmalte das faces mesial e distal removidos com disco de corte. Polidos, depois, com lixas na dentina, os dentes foram divididos aleatoriamente e restaurados de acordo com o grupo a que pertenciam (Scotchbond Multi-Purpose e resina Z100, 3M ESPE, EUA; e Variglass Multi-Purpose Glass Ionomer Cement, Caulk Dentsply, EUA). Os espécimes, seccionados em fatias e, em seguida, desgastados em forma de ampulheta, foram submetidos ao teste de microtração. Os resultados, analisados estatisticamente, revelaram que a resistência de união da resina composta foi maior que a do cimento de ionômero de vidro. Outra observação importante foi a relação inversamente proporcional entre a resistência adesiva e a área de superfície aderida. Isso se explica ante a observação de que espécimes maiores talvez contenham mais falhas ou defeitos que podem modificar a distribuição de tensões na amostra. O emprego de áreas destinadas para adesão da ordem de  $1,5 \text{ mm}^2$  a  $2 \text{ mm}^2$  diminui a grande variação na resistência de união nessa metodologia e facilita a manipulação dos espécimes. Como principal vantagem, os autores apontam a possibilidade de testarem-se resistências adesivas em pequenas áreas e comparar diferenças regionais a diversas paredes do preparo cavitário. Isso ensinará o estudo dos efeitos da configuração

cavitária e das tensões de contração de polimerização na resistência adesiva em preparos cavitários complexos, em vez de superfícies planas. Outras possibilidades são relativas à utilização dos espécimes em observações sob microscopia eletrônica e estudos de microinfiltração.

Pashley et al. (1995) realizaram extensa revisão de literatura sobre os testes de adesão. O aperfeiçoamento de tais testes tem sido efetuado há mais de 40 anos, com a tentativa de padronizá-los por parte de inúmeros pesquisadores. No entanto, muitas variáveis podem influenciar nos resultados, como tipo de substrato utilizado na adesão, condicionamento, aplicação de *primer*, sistema adesivo, forma de polimerização, armazenamento e tipo de teste. Muita atenção há de ser dirigida ao tipo de dente a utilizar-se na pesquisa, até porque, sempre que possível, ele deve ser humano. O uso de terceiros molares não erupcionados também requer observações, porquanto eles são mais úmidos e permeáveis que os dentes erupcionados, embora seja bastante oportuno seu emprego. Outros estudiosos relataram ser interessante instrumentar a dentina *in vitro* com brocas em alta rotação, pois, embora seja conveniente o uso de lixas no laboratório, isso não reproduz a realidade clínica. Uma das preocupações durante a fase laboratorial é a ausência de pressão pulpar, cuja conseqüência se constata na alteração da permeabilidade e da umidade da dentina. Para simular uma situação clínica, a adesão e o armazenamento dos espécimes devem processar-se em pressões pulpares de 15 cm a 33 cm de H<sub>2</sub>O (mediante o preenchimento da câmara pulpar com água ou solução salina). Problema dessa natureza pode ser eliminado também ao realizar-se a adesão *in vivo* com envelhecimento *in vitro*. Assim como o desenvolvimento da resistência de união inicial é importante na avaliação de um sistema adesivo, essa resistência no longo prazo também necessita mensuração, ou seja, é desejável obter uniões superiores a 20 MPa que não falhem ao longo dos anos. Aparentemente, os sistemas adesivos que infiltram com sucesso em toda a profundidade de dentina desmineralizada forneceriam adesões mais estáveis do que os que infiltram apenas a metade superior do tecido desmineralizado. Com o aprimoramento dos sistemas adesivos, com valores de resistência de união de 25 MPa a 30 MPa, houve crescimento da incidência de

falhas coesivas durante os testes de resistência de união. Entretanto, a resistência da matriz de dentina desmineralizada está próxima de 90 MPa, o que sugere que tal discrepância é atribuída à distribuição de tensões de forma anormal durante o teste e, conseqüentemente, a falhas da dentina em tensões bem abaixo de sua resistência máxima. Em um teste de resistência de união denominado microtração, desenvolvido por Sano, um sistema adesivo era aplicado sobre uma superfície plana de dente, sendo depois recoberto com resina composta. O espécime, então seccionado verticalmente com um disco de corte, dava origem a várias fatias contendo na metade superior resina composta, e dentina na metade inferior. Com ponta diamantada, a amostra era reduzida na interface até chegar a um formato de ampulheta. A superfície de adesão era mensurada e, em seguida, os espécimes eram colados a microgarras e submetidos à tensão com tração de 1 mm/min. Esse novo método de teste produz resistências de união mais elevadas que os métodos convencionais, de natureza essencialmente adesiva; e os resultados são aparentemente dependentes da área de união. Espécimes maiores parecem conter mais defeitos porque as interfaces contêm bolhas de ar, separações de fase ou rugosidades de superfície que podem resultar em distribuições de tensões não uniformes. É provável que em espécimes menores ocorra uma melhor distribuição de tensão, proporcionando resistências de união mais altas. Os autores concluem que os testes de adesão, embora não perfeitos, possibilitam o desenvolvimento de sistemas e técnicas adesivas aperfeiçoados. Com as resistências de união mais altas proporcionadas pelos novos sistemas adesivos, os testes de união convencionais não mais podem ser usados.

Cardoso, Braga e Carrilho (1998), ante os poucos estudos na literatura que comparam diferentes métodos para avaliar a força de união dos adesivos à estrutura dentária, optaram por testar três sistemas adesivos diferentes na dentina, por meio dos testes de microtração, tração e cisalhamento. Para tanto, 30 molares humanos extraídos e hígidos foram utilizados no estudo e embebidos em resina acrílica autopolimerizável. Com um disco diamantado, as faces vestibular e proximal foram expostas até a dentina e posteriormente lixadas. Um molde de silicone contendo uma perfuração delimitou a área na qual se realizou a adesão. Os três sistemas adesivos utilizados foram Single Bond (3M ESPE, EUA), Scotchbond

Multi-Purpose Plus (3M ESPE, EUA) e Etch & Prime 3.0 (Degussa, Alemanha), aplicados consoante as recomendações dos fabricantes e restaurados no interior do molde com três incrementos de resina composta fotopolimerizável. Por intermédio desses dois cones de resina nas duas faces, foram realizados os testes de tração e cisalhamento em máquina de ensaios universal, à velocidade de cruzeta de 0,5 mm/min. No mesmo dente utilizado nos testes anteriores, outra face foi exposta e, sobre esta, cada sistema adesivo veio a ser novamente aplicado e restaurado com a mesma resina composta, com altura de 5 mm. Em máquina de cortes, espécimes em forma de filetes foram obtidos, com área seccional de 0,25 mm<sup>2</sup>, os quais foram submetidos ao teste de microtração. Os resultados, analisados estatisticamente, demonstraram, no teste de microtração, não ter havido diferença entre os três adesivos, embora o Single Bond apresentasse valores de resistência mais elevados. Nos testes de cisalhamento e tração, o Single Bond mostrou o maior valor, seguido do Scotchbond Multi-Purpose Puls e do Etch & Prime 3.0. Comparação entre os testes demonstrou ter a microtração resultado nos maiores valores médios. O cisalhamento e a tração apresentaram-se com valores similares e maiores coeficientes de variação. Os autores entendem que a variabilidade observada na pesquisa foi elevada, em parte pela composição dentinária de diferentes regiões de um mesmo dente e pelo próprio teste em si. Entretanto, os testes de cisalhamento e de tração apontaram as maiores variabilidades (52,48% e 57,81% respectivamente), em relação à microtração (33,67%). De acordo com outros autores, a superioridade do Single Bond pode ser atribuída à presença de água, que facilita a penetração da resina pelo colágeno, independentemente da condição de umidade, ou ainda, à presença de etanol como solvente, confirmando a sua capacidade de “perseguidor de água”.

Schreiner et al. (1998), mediante estudo laboratorial, compararam os valores de resistência de união por meio do teste de microtração e cisalhamento de cinco sistemas adesivos disponíveis comercialmente (Scotchbond Multipurpose com ácido maléico, Scotchbond Multipurpose com ácido fosfórico, Scotchbond Multipurpose Plus, Clearfil Liner Bond System e Prime e Bond). Os autores justificaram a comparação entre os testes afirmando que a

resistência adesiva de um material é mais bem avaliada quando a falha ocorre envolvendo a interface adesiva, sem envolver falhas coesivas na dentina ou na resina composta. Para tanto, terceiros molares extraídos e hígidos foram seccionados com um disco de corte, perpendicularmente ao longo eixo de cada dente, até a remoção total do esmalte. Lixou-se a superfície oclusal para produzir uma camada de lama dentinária, os sistemas adesivos foram aplicados, e os dentes, restaurados com uma resina composta (Z100, 3M ESPE, EUA). Confeccionaram-se amostras tanto para o teste de microtração quanto para o de cisalhamento. Para cada sistema adesivo, no teste de microtração, prepararam-se 30 amostras. No teste de cisalhamento, utilizaram-se 7 dentes para cada sistema adesivo. Os resultados, analisados estatisticamente, mostraram a obtenção de maiores valores para o teste de microtração em comparação ao teste de cisalhamento. No teste de microtração, o adesivo Clearfil Liner Bond System obteve valores maiores de resistência de união em relação aos outros sistemas adesivos. No teste de cisalhamento, não se encontraram diferenças entre os sistemas testados. Outra observação do estudo revelou que no teste de cisalhamento houve 34% de falhas coesivas na dentina, mas no teste de microtração apenas 9%. Os autores concluem que o teste de microtração é superior por produzir mais falhas na interface e menos falhas coesivas na dentina ou resina; portanto, mostra de forma mais realista a resistência adesiva de um material a um substrato.

Pashley et al. (1999) revisaram e descreveram as várias modificações sobre o teste de resistência de união por microtração. No passado, os testes de união simples, como cisalhamento ou tração, eram realizados e funcionavam bem quando as forças de união entre resina composta e dentina eram relativamente baixas (de 10 MPa a 15 MPa). No entanto, com o aperfeiçoamento dos sistemas adesivos, as forças de união tornaram-se altas o suficiente para causar falha coesiva na dentina, deixando intacta a interface dentina/resina. As falhas do substrato impedem a medição de forças interfaciais e limitam melhorias na adesão, já que os testes não podem detectar uma união melhorada. Além disso, as falhas coesivas não significam que as ligações sejam uniformemente mais fortes que a resistência intrínseca da dentina, mas sim que o modo pelo qual o elo sofre estresse não é uniforme e

concentra-se numa região de falha da dentina. O teste de microtração proporciona melhor distribuição de estresses e evita ou diminui falhas coesivas na dentina. Como vantagens, o teste apresenta, ainda, a possibilidade de obtenção de múltiplos espécimes de um único dente, aproveita melhor dentes extraídos intactos e permite a avaliação de forças de união regionais, ou seja, terço oclusal *versus* terço médio, ou dentina esclerótica *versus* dentina normal, etc. O teste de microtração original descrito por Sano em 1994 media, além da resistência à tração final, também o módulo de elasticidade. Para a confecção do espécime, a porção oclusal era desgastada em forma plana, e a superfície, unida a um grande levantamento de resina composta, que dispensava o uso de matriz ou molde. Com um disco de corte, o dente, seccionado verticalmente em fatias, com espessuras variando de 0,7 mm a 1 mm, fornecia cerca de 5 a 8 espécimes, que, posteriormente, com uma broca, eram desgastados na região da interface, formando uma ampulheta. Outras modificações introduzidas por Carvalho são a divisão da superfície plana da dentina, tendo uma metade como controle, com espécimes emparelhados e a obtenção de fatias no primeiro corte, divididas verticalmente em duas ou três, formando mais espécimes em ampulheta de uma mesma fatia. A criação do teste de microtração sem desgaste com brocas fez espécimes menores em forma de filetes, pois das 5 ou 6 placas cortadas inicialmente, outro corte em 90° fez surgir 7 ou 8 bastões, totalizando de 25 a 30 espécimes, de secções quadradas de 0,7 mm<sup>2</sup> a 1,2 mm<sup>2</sup>, obtidos do mesmo dente. O método aplica menos estresse nas interfaces adesivas porque permite medir forças de adesão muito pequenas. Os espécimes menores em forma de filete podem ser prontamente levados a um microscópio eletrônico de varredura para exame da interface, o que permite tecer correlações entre a resistência adesiva daquele espécime e a imagem da microscopia. Os autores concluem que, apesar de o teste de microtração exigir intenso trabalho, em comparação com os testes laboratoriais convencionais, oferece muita versatilidade e potencial para distinguir-se a força de adesão dos materiais restauradores em dentística.

Goracci et al. (2004) avaliaram a influência do substrato, forma e espessura dos espécimes para o teste de microtração. Com 64 molares humanos extraídos, obtiveram-se 16



grupos de espécimes; os 8 primeiros com formato de ampulheta, em que as fatias foram diminuídas por desgaste na região da interface, e os demais com formato de filetes. Sobre o esmalte ou a dentina hibridizados com um sistema adesivo autocondicionante de dois passos (Clearfil SE Bond Plus, Kuraray, Japão), confeccionaram-se blocos com resina composta (Clearfil AP-X, Kuraray, Japão). Os blocos dos grupos 1 a 4 foram construídos sobre esmalte, em formato de ampulheta, variando as espessuras (0,5 mm x 0,5 mm, 1 mm x 1 mm, 1,5 mm x 1,5 mm e 2 mm x 2 mm); dos grupos 5 a 8 foram construídos sobre dentina, em formato de ampulheta, com variadas espessuras, como realizado nos grupos 1 a 4; e dos grupos 9 a 12 foram construídos sobre esmalte, na forma de filetes e variadas espessuras, como os grupos 13 a 16, exceto pelo substrato, que foi dentina. Todos os espécimes foram submetidos ao teste de resistência de união sob microtração. Os dados registrados e analisados estatisticamente mostraram que houve diferença significativa. Espécimes em dentina obtiveram maiores valores de adesão em relação ao esmalte, assim como os espécimes em formato de filete evidenciaram maior resistência que os espécimes em forma de ampulheta. A resistência de união diminuiu à medida que a espessura do espécime aumentou. Sob microscopia eletrônica, 2 amostras de cada grupo foram analisadas. Aí, a observação mais marcante foram linhas de fratura presentes na interface adesiva dos espécimes em forma de ampulheta, com maior ocorrência em esmalte. Os autores atribuem tal ocorrência à maior friabilidade do esmalte em relação à dentina e ao uso de brocas para provocar desgaste na interface adesiva dos espécimes em formato de ampulheta. Obtiveram-se os maiores valores de união em espécimes de dentina do tipo filete, de menores dimensões (0,5 mm x 0,5 mm), e os menores no grupo de esmalte, com espécimes em formato de ampulheta e maior espessura.

Sano (2006), em seu artigo, descreve sua experiência durante a época em que estudou com o Prof. Pashley, em 1992, no desenvolvimento do teste de microtração. Junto com o Prof. Bernard Ciucchi (Geneva, Suíça), desenvolveram os espécimes em forma de ampulheta, os quais se consistiam em camadas de resina composta sobre uma superfície plana de dentina. Tais dentes, armazenados em água por 24 h e então cortados em fatias verticais seriadas, com cerca de 0,5 mm de espessura, tiveram metade constituída de resina composta e metade

de dentina. Os espécimes, desgastados com pontas diamantadas finas na região mediana, ou seja, na interface adesiva, adquiriram um formato de ampulheta. As amostras eram unidas com cola, em suas extremidades, e, dessa forma, apenas forças de tração foram aplicadas. O teste mostrou-se bem-sucedido porque todas as amostras falharam adesivamente, sem nenhuma falha coesiva, e, além disso, os valores de adesão encontrados foram bem maiores (70 MPa, em vez de 20 MPa, mensurados em testes convencionais). Outra observação encontrada pelo autor diz respeito ao tamanho do espécime, pois, quanto menor a área de adesão, maior era a força necessária para provocar falha adesiva na interface. O artigo atribui tal consequência ao fato de que, quanto menor a área de adesão, menor também é a chance de existirem falhas ou bolhas na interface adesiva. Sano finalizou suas considerações sobre a microtração comentando que esse teste é muito útil e tem-se tornado preferencial em todo o mundo para avaliar a resistência de união, contribuindo para o desenvolvimento de sistemas adesivos e oferecendo a vantagem de estudarem-se áreas específicas de adesão na dentina.

### 3 PROPOSIÇÃO

Este estudo, *in vitro*, teve como objetivos avaliar a resistência de união sob teste de microtração de uma resina composta de nanopartículas à dentina humana e examinar o tipo de fratura ao microscópio eletrônico de varredura (MEV), após tratamento clareador interno não-vital por 21 dias, com as seguintes variáveis:

- a) realização ou não de condicionamento ácido prévio ao tratamento clareador; e
- b) tempos diferentes de condicionamento ácido prévio ao tratamento clareador: 15 s e 30 s.

## 4 MATERIAL E MÉTODOS

Este capítulo é dividido em cinco partes, discriminadas a seguir:

- 4.1 Obtenção e seleção dos dentes;
- 4.2 Preparo dos dentes para o experimento;
- 4.3 Tratamento clareador e restaurador;
- 4.4 Teste de resistência de união – microtração;
- 4.5 Análise do tipo de fratura ao MEV; e
- 4.6 Análise estatística dos resultados.

### 4.1 OBTENÇÃO E SELEÇÃO DOS DENTES

Para a execução deste estudo selecionaram-se 20 pré-molares humanos superiores hígidos, livres de cárie e sem nenhuma restauração, extraídos por razões ortodônticas. Após aprovação pelo Comitê de Ética em Pesquisa (CEP) da Universidade Federal de Santa Catarina (ANEXO A), os voluntários foram examinados e selecionados na Clínica Odontológica I do Departamento de Estomatologia do Centro de Ciências da Saúde da Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC).

Os voluntários ou seus responsáveis foram informados detalhadamente e esclarecidos acerca da pesquisa. Receberam e assinaram o Termo de Doação do Órgão Dental (ANEXO B), atendendo à Resolução nº 196, de 10 de outubro de 1996, do Conselho Nacional de Saúde/Ministério da Saúde (Brasília, DF, Brasil), no qual o pesquisador se comprometeu a utilizar os dados coletados exclusivamente em trabalhos científicos.

Os dentes indicados para extração foram selecionados com dimensões coronais similares em altura e diâmetro e, sob exame clínico, apresentaram-se sem fraturas, trincas, doença periodontal ou qualquer anomalia de desenvolvimento. Os pacientes, acompanhados

por um período de 45 dias após a realização do procedimento cirúrgico, continuaram a ser atendidos nas disciplinas de Ortodontia do Departamento de Estomatologia da UFSC.

Imediatamente à extração dental, os dentes foram limpos de todo tecido gengival e periodontal, com lâminas de bisturi número 12 (Maersk Medical Ltd., Sheffield, UK, Reino Unido, lote 0901) montadas em cabo de bisturi (Golgran, São Paulo, SP, Brasil), e raspados com curetas periodontais (Newmar, São Paulo, SP, Brasil) (FIG. 1). Antes da armazenagem, os dentes foram novamente examinados (FIG. 2) com lupa de aumento, a fim de descartar os que apresentavam fissuras ou qualquer outra deficiência estrutural. Recipientes plásticos contendo timol a 0,2%, fechados hermeticamente, receberam os dentes por 7 dias e foram identificados externamente com as iniciais do nome e a idade de cada paciente, acrescida a data do respectivo procedimento cirúrgico. Posteriormente, os elementos dentais foram armazenados em água corrente, por um período não superior a 60 dias antes do início dos procedimentos experimentais.

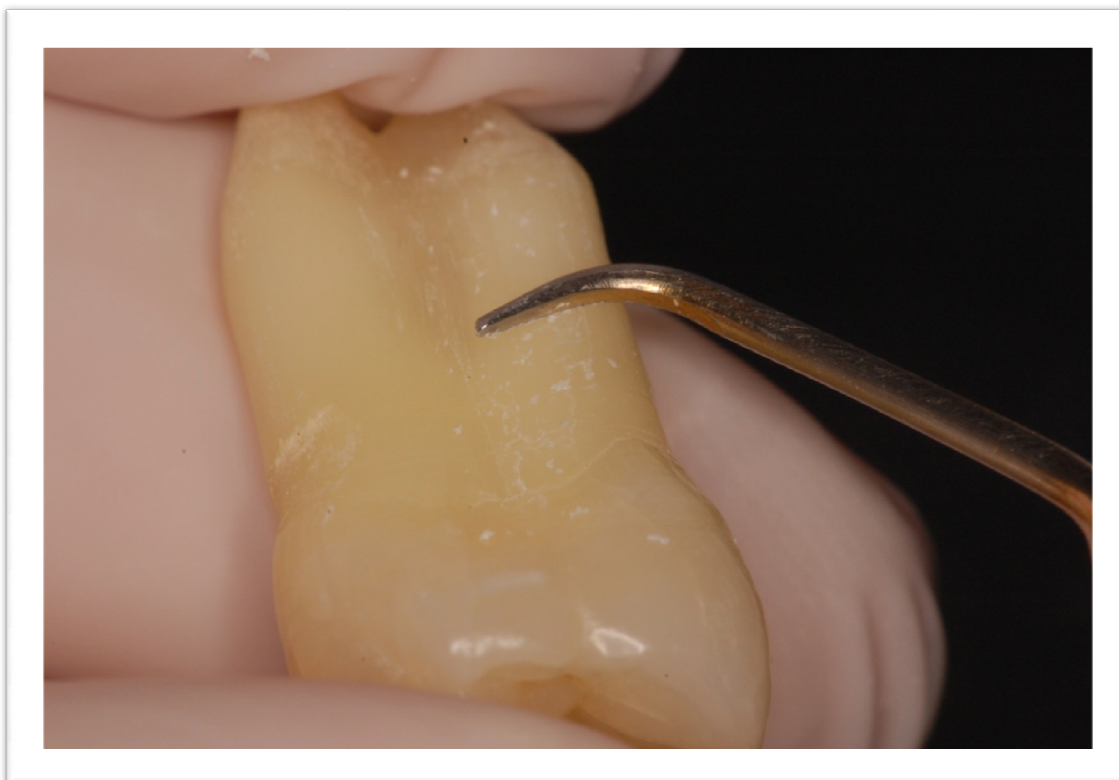


Figura 1 – Raspagem do tecido gengival do dente extraído com cureta periodontal.



Figura 2 – Novo exame dos pré-molares superiores extraídos após a raspagem do tecido periodontal.

#### 4.2 PREPARO DOS DENTES PARA O EXPERIMENTO

Antes dos preparos cavitários, os pré-molares foram radiografados a fim de se observar a localização da profundidade média da dentina, em cada elemento (FIG. 3). Em seguida os dentes foram incluídos em cera utilidade (Wilson, Polidental Indústria e Comércio Ltda., Cotia, SP, Lote 14144) contida no interior de cilindros de PVC com dimensões de 2,5 cm de diâmetro por 2 cm de altura, até 2 mm aquém da junção amelocementária (FIG. 4), com o objetivo de facilitar sua manipulação durante os experimentos. A fim de reproduzir-se o ambiente úmido do interior da cavidade bucal, os dentes foram inseridos individualmente em cilindros plásticos e armazenados em recipientes plásticos maiores no interior de uma estufa a 37 °C. Os recipientes foram fechados, e os dentes mantidos úmidos com guardanapos de papel umedecidos com água destilada para evitar o risco de desidratação dental.

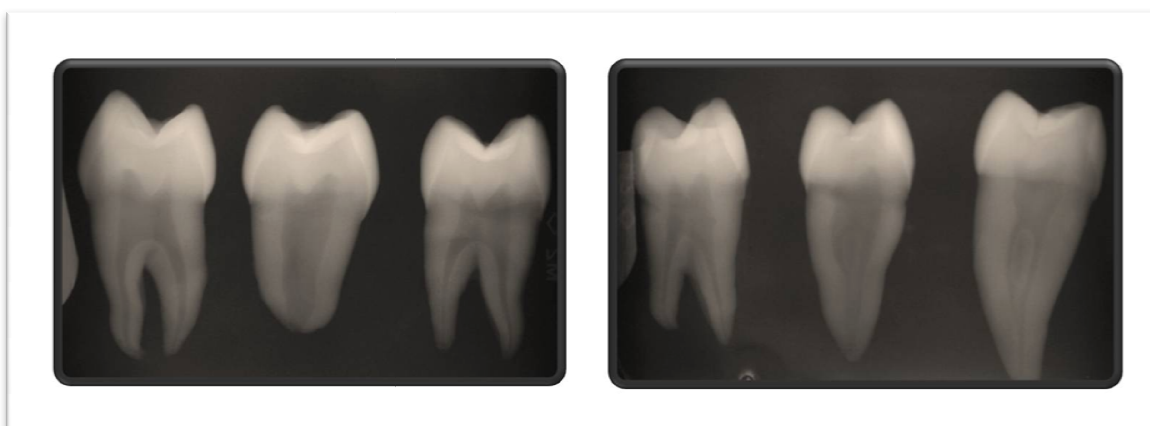


Figura 3. Radiografias periapicais realizadas antes do preparo cavitário.

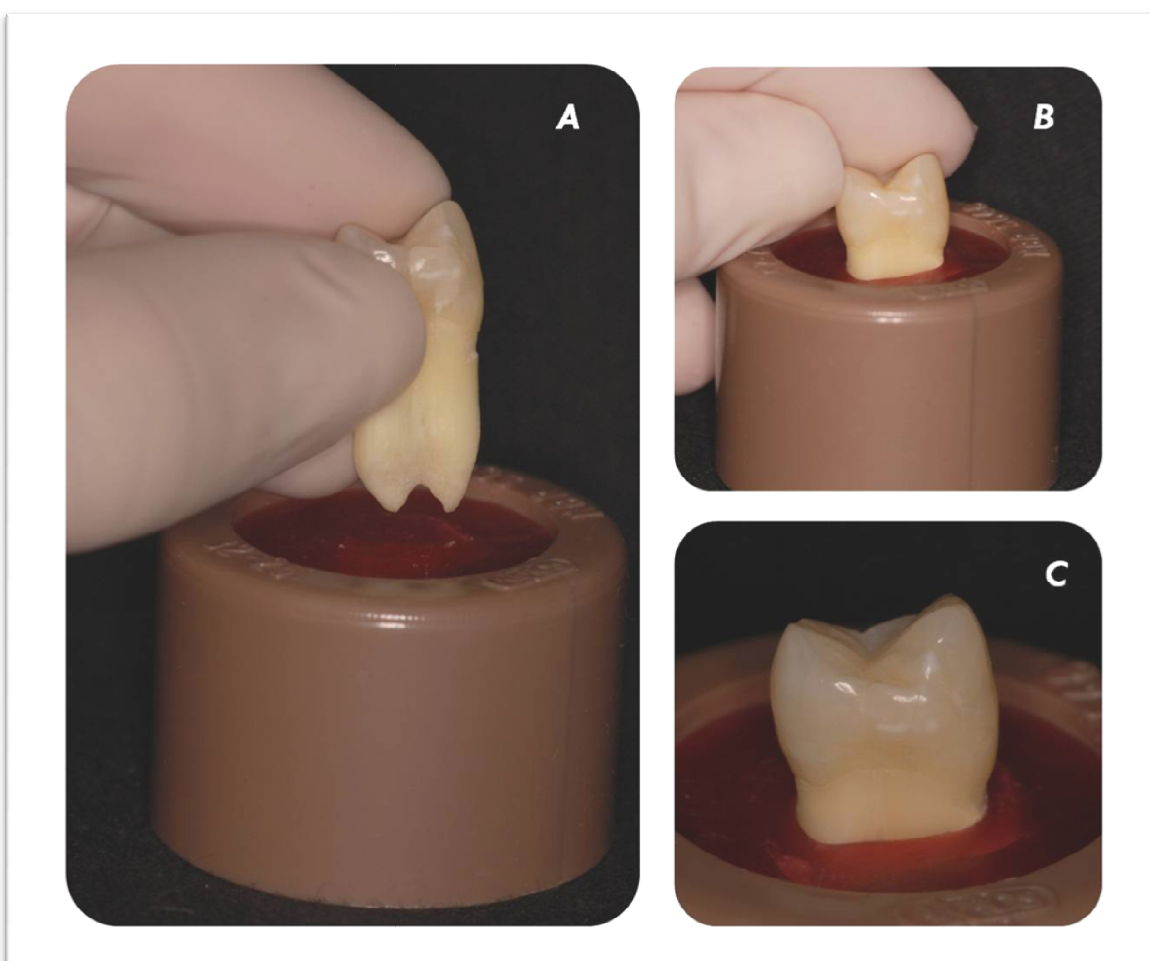


Figura 4-A. Pré-molar limpo, pronto para ser fixado na cera utilidade contida no interior do cilindro de PVC.

B. Inserção da porção radicular do dente na cera utilidade.

C. Vista aproximada do elemento dental inserido a cerca de 2 mm aquém da junção amelocementária.

A face oclusal de cada pré-molar foi instrumentada até a confecção de uma caixa oclusal (classe I) com máxima extensão nos sentidos méso-distal e vestibulolingual, terminando em profundidade de dentina média (FIG. 5). Para tanto, utilizou-se uma ponta diamantada nº 3131 (KG Sorensen, Barueri, SP, Brasil, Lote 3851/1205), em alta rotação (ponta MRS 400, Dabi Atlante, Ribeirão Preto, SP, Brasil). Realizaram-se o acabamento e o polimento do preparo cavitário com o mesmo formato de ponta diamantada (FIG. 6), apenas com granulação mais fina (pontas diamantadas 3131F e 3131FF), adaptadas em contra-ângulo (Dabi Atlante, Ribeirão Preto, SP, Brasil).



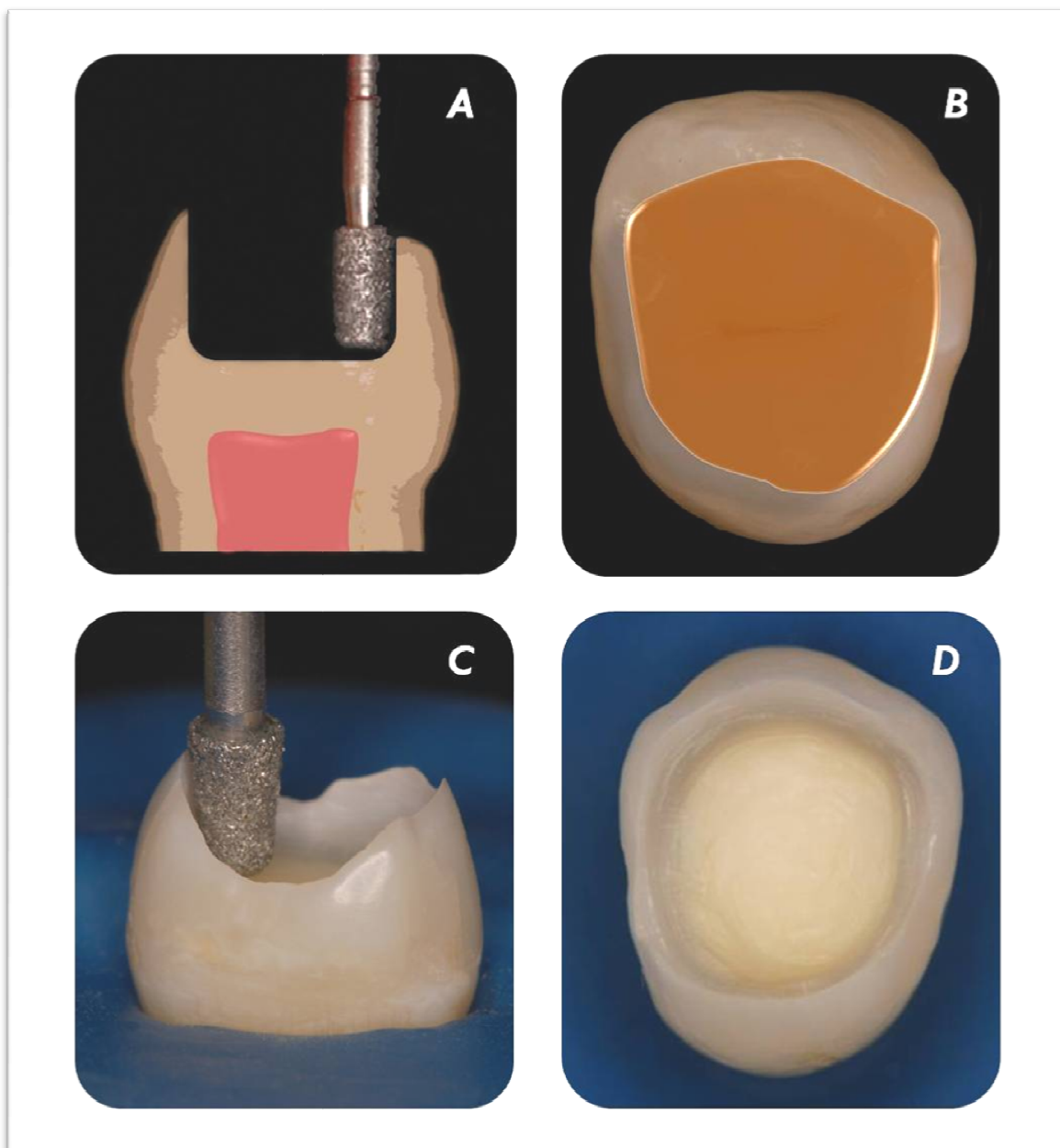


Figura 5-A. Diagrama do preparo cavitário em corte longitudinal, no sentido vestibulolingual, com a ponta diamantada nº 3131, em dentina de profundidade média.  
B. Diagrama mostrando a forma de contorno da cavidade (vista oclusal).  
C. Foto da execução do preparo cavitário, por vista proximal, com a ponta diamantada nº 3131, em dentina de profundidade média.  
D. Foto do preparo cavitário do tipo classe I (vista oclusal).



Figura 6. Pontas diamantadas com o mesmo formato, com três granulometrias diferentes, utilizadas no preparo, acabamento e polimento da cavidade.  
Da esquerda para direita: nº 3131, 3131F e 3131FF.

Dividiram-se aleatoriamente os dentes preparados em 4 grupos de 5 unidades cada – grupo controle 1 (C1), sem condicionamento ácido prévio e sem tratamento clareador; grupo controle 2 (C2), sem condicionamento ácido prévio e com clareamento intracoronário por 21 dias; grupo experimental 1 (E1), com condicionamento ácido prévio por 15 s e clareamento intracoronário por 21 dias; e, por fim, grupo experimental 2 (E2), com condicionamento ácido prévio de 30 s e clareamento intracoronário por 21 dias.

A distribuição dos grupos, suas denominações e os diferentes tempos de condicionamento ácido prévio estão listados no Quadro 1.

Grupo (n)	Denominação	Nº de filetes	Tempo de condicionamento ácido prévio	Agente clareador	Sistema adesivo	Resina composta
Controle 1 (5)	C1	50	Sem condicionamento	Sem clareamento	Adper Single Bond 2 <sup>3</sup>	Filtek Supreme <sup>4</sup>
Controle 2 (5)	C2	46	Sem condicionamento	PH <sup>1</sup> a 30% + PS <sup>2</sup>	Adper Single Bond 2 <sup>3</sup>	Filtek Supreme <sup>4</sup>
Experimental 1 (4)	E1	45	Condicionamento por 15 s	PH <sup>1</sup> a 30% + PS <sup>2</sup>	Adper Single Bond 2 <sup>3</sup>	Filtek Supreme <sup>4</sup>
Experimental 2 (5)	E2	45	Condicionamento por 30 s	PH <sup>1</sup> a 30% + PS <sup>2</sup>	Adper Single Bond 2 <sup>3</sup>	Filtek Supreme <sup>4</sup>

Quadro 1 – Distribuição dos grupos, suas denominações, números de espécimes e respectivos tempos de condicionamento ácido.  
n – número de dentes; C1 – grupo controle 1; C2 – grupo controle 2; E1 – grupo experimental 1; E2 – grupo experimental 2.

<sup>1</sup> Peróxido de hidrogênio a 30% (Dermus Farmácia de Manipulação Ltda., Florianópolis, SC, Brasil)

<sup>2</sup> Perborato de sódio (Dermus Farmácia de Manipulação Ltda., Florianópolis, SC, Brasil)

<sup>3</sup> Adper Single Bond 2 (3M ESPE, St. Paul, MN, EUA)

<sup>4</sup> Filtek Supreme (3M ESPE, St. Paul, MN, EUA)

### 4.3 TRATAMENTO CLAREADOR E RESTAURADOR

#### 4.3.1 Grupo Controle 1

No grupo C1, os 5 dentes tiveram os preparos cavitários executados como descrito anteriormente, porém não foram realizados condicionamento ácido na dentina nem tratamento clareador intracoronário. Para fins de padronização com os outros grupos, apenas o esmalte do ângulo cavossuperficial recebeu condicionamento com ácido fosfórico a 35% (gel condicionador Scotchbond, 3M ESPE, St. Paul, MN, EUA, lote 5ET) durante 30 s (FIG. 7). O gel foi lavado com spray ar/água durante 30 s e, posteriormente, o esmalte foi seco com jatos de ar, até que uma aparência branco-opaca fosse obtida. A cavidade preparada recebeu uma bolinha de algodão embebida em água destilada e foi selada provisoriamente com tampão de resina composta de nanopartículas Filtek Supreme (3M ESPE, St. Paul, MN, EUA, lote 7EF) (FIG. 8).

O tampão constituiu-se de dois incrementos e cada um deles foi fotoativado por 40 s (Fotopolimerizador LED Elipar Freeligth 2, 3M ESPE, St. Paul, MN, EUA, lote 227519). Novamente, como forma de padronizar o presente estudo, aplicou-se uma camada do sistema adesivo (Adper Single Bond 2, 3M ESPE, St. Paul, MN, EUA, lote 6FT) nas margens do tampão de resina composta com o auxílio de um microaplicador descartável (Microbrush Corporation, Gratton, WI, EUA, lote 001/07), que foi seca com jatos de ar por 2 s a 5 s e fotoativada por 20 s (FIG. 8-C). Sete dias depois, a restauração provisória foi removida com uma ponta diamantada esférica nº 1012 (KG Sorensen, Barueri, SP, Brasil, lote 3851/1205), montada em alta rotação (FIG. 9), e a bolinha de algodão foi retirada. Esse curativo de demora, “controle”, foi substituído a cada 7 dias, totalizando 21 dias, repetindo-se os mesmos passos descritos acima. Durante os intervalos de troca, os dentes permaneceram em estufa a 37 °C, em recipientes plásticos fechados, umidificados com água destilada, para evitar a desidratação do elemento dental.

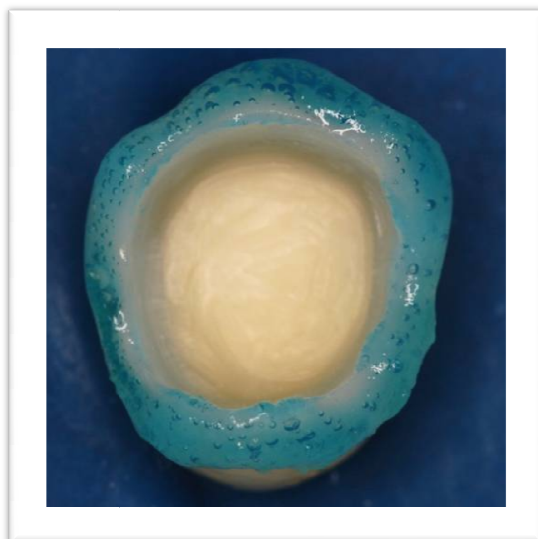


Figura 7. Condicionamento ácido nas margens do esmalte do ângulo cavossuperficial, com ácido fosfórico a 35%, por 30 s.

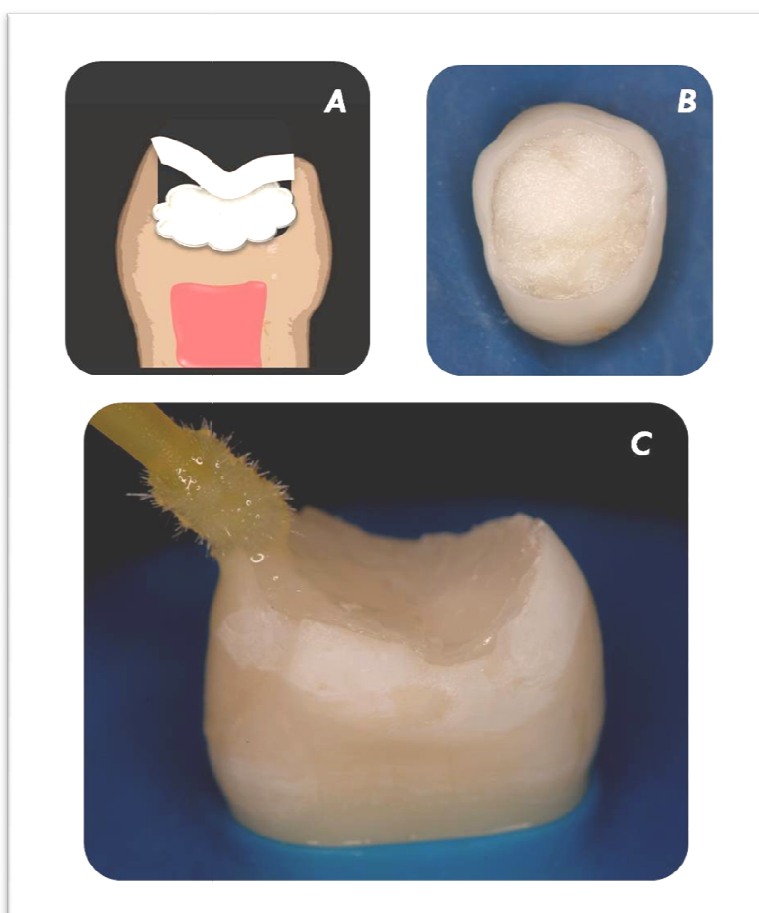


Figura 8-A. Diagrama do curativo de demora com bolinha de algodão e água destilada, selado com resina composta, do grupo C1, em corte longitudinal proximal, no sentido vestibulolingual.

B. Foto do dente com curativo controle (vista oclusal).

C. Selamento com adesivo nas margens da restauração provisória de resina composta.

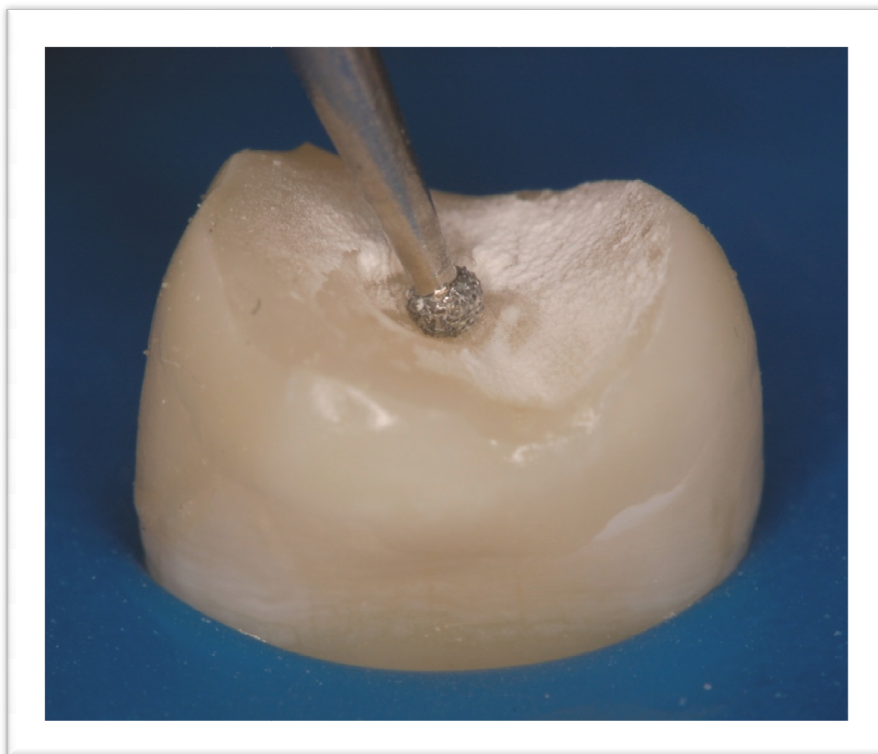


Figura 9. Remoção da restauração provisória de resina composta com uma ponta diamantada esférica.

No 21º dia, removidas as restaurações provisórias, os preparos cavitários receberam uma pasta com hidróxido de cálcio e água destilada (FIG. 10), de consistência regular (Hidróxido de Cálcio PA, Odontopharma Indústria e Comércio Ltda., Porto Alegre, RS, Brasil, lote 164), com o objetivo de padronizar os grupos. O procedimento teve como finalidade neutralizar o meio (KEHOE, 1987; TRONSTAD et al., 1981) após a aplicação do agente clareador. Porém, no grupo C1, a única função desse passo foi a de padronizá-lo em relação aos outros grupos do estudo. Os preparos foram selados provisoriamente, da mesma forma anteriormente descrita.

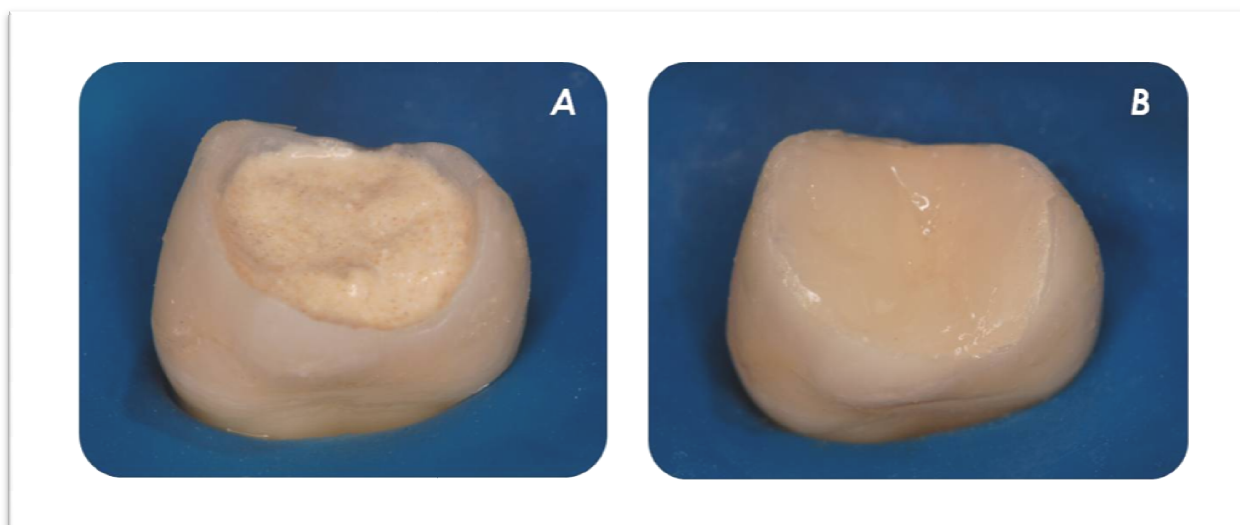


Figura 10-A. Cavidade classe I preenchida com uma pasta de hidróxido de cálcio e água destilada.  
B. Selamento provisório da cavidade com um tampão de resina composta.

Removeu-se a restauração temporária após 7 dias, com alta rotação (FIG. 9), e a pasta de hidróxido de cálcio foi retirada com spray ar/água. Os dentes receberam restauração definitiva em resina composta. Para isso, as cavidades foram condicionadas com ácido fosfórico a 35% por 30 s no esmalte e por 15 s na dentina, conforme recomendações do fabricante, lavadas com spray ar/água durante 30 s e secas por 2 s a 5 s, para obter-se uma superfície dentinária levemente umedecida por água. Com aplicador descartável, foram postas na cavidade preparada duas camadas consecutivas de adesivo, secas com ar por 2 s e fotopolimerizadas com a mesma unidade fotoativadora utilizada nos procedimentos anteriores (FIG. 11). Finalizada a aplicação do sistema adesivo, inseriram-se no interior da cavidade preparada 5 incrementos de resina composta de nanopartículas, com no máximo 2 mm de espessura cada, que foram polimerizados por 40 s, constituindo-se dessa forma a restauração definitiva deste grupo (FIG. 12).

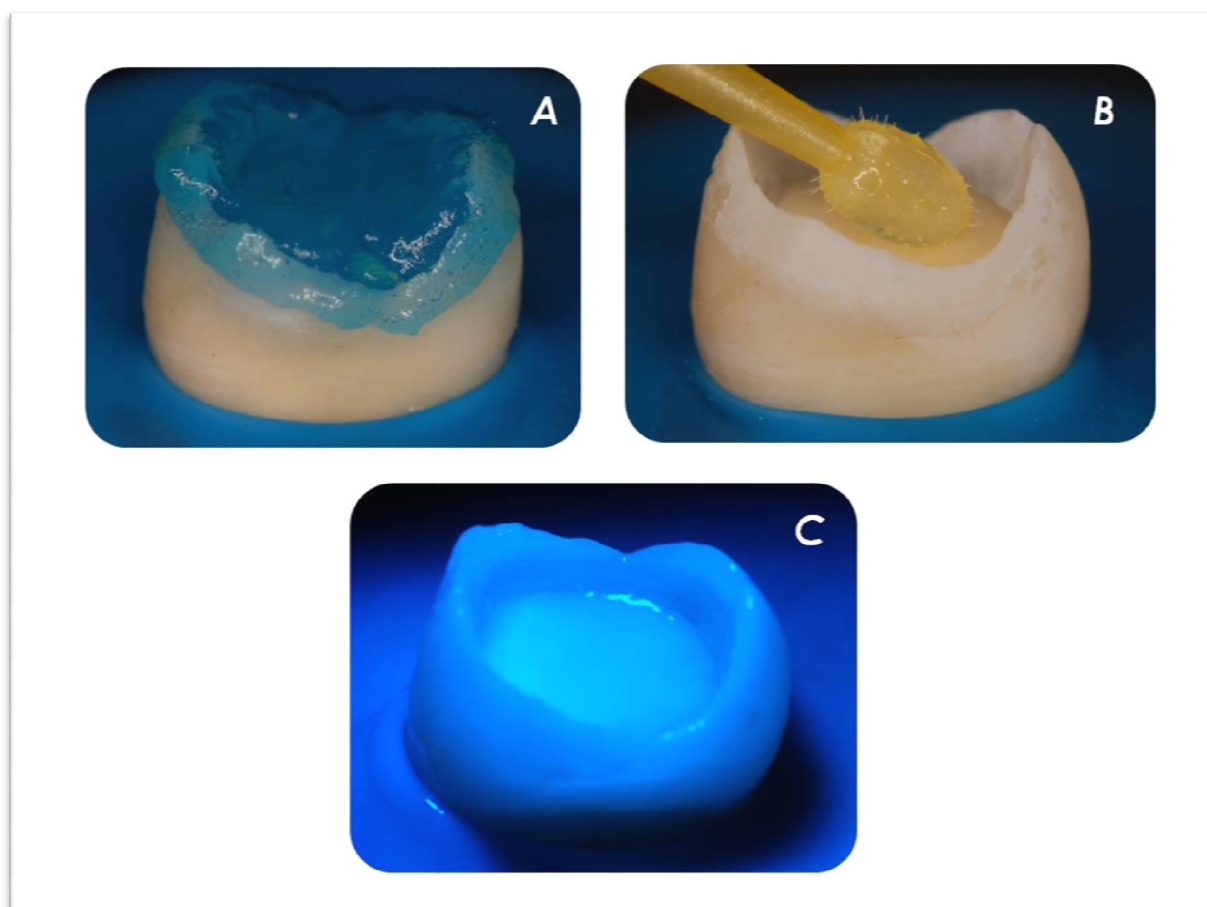


Figura 11-A. Condicionamento com ácido fosfórico a 35%, por 30 s no esmalte e 15 s na dentina.  
 B. Após lavagem com spray ar/água e secagem, foi aplicado o sistema adesivo com um pincel descartável.  
 C. Fotoativação do sistema adesivo.

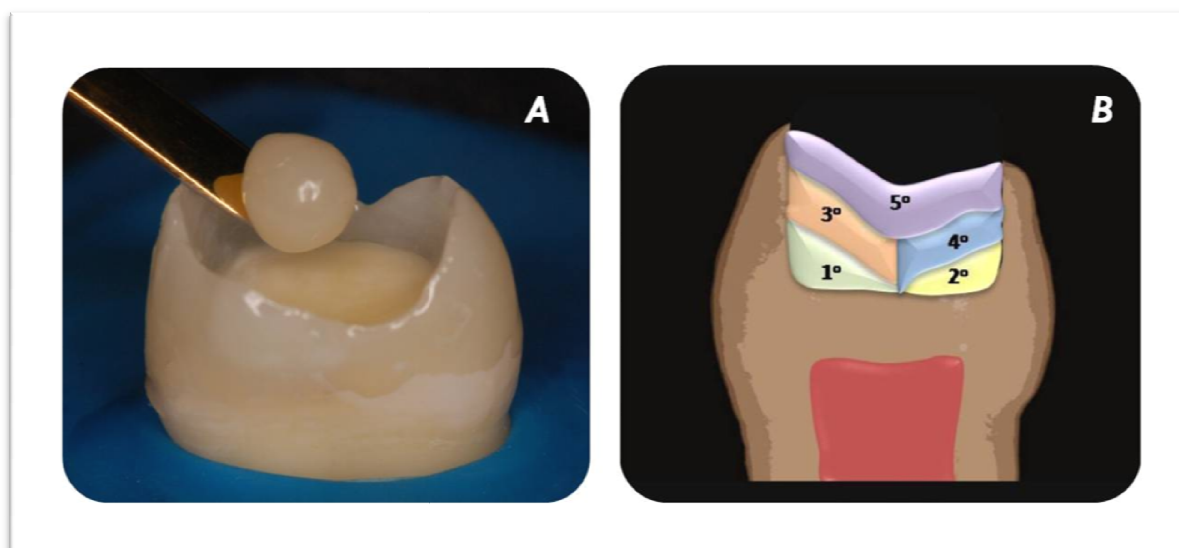


Figura 12-A. Inserção dos incrementos de resina composta na cavidade.  
 B. Diagrama da cavidade, em corte longitudinal proximal, no sentido vestibulolingual, com os incrementos de resina composta da restauração definitiva.



#### 4.3.2 Grupo Controle 2

Os 5 dentes do grupo controle 2 (C2) receberam tratamento clareador intracoronário, de forma mediata, por 21 dias, com trocas de curativos a cada 7 dias (FIG. 13). Com o preparo cavitário realizado – antes da aplicação do agente clareador –, somente a porção de esmalte localizada na parte externa do ângulo cavossuperficial foi condicionada com ácido fosfórico a 35% durante 30 s (FIG. 7), lavada com spray ar/água durante 30 s e seca com jatos de ar, até que se constatasse uma aparência de esmalte opaco e esbranquiçado.

Uma pasta de consistência regular formada por mistura de 2 gotas de peróxido de hidrogênio a 30% (Dermus Farmácia de Manipulação Ltda., Florianópolis, SC, Brasil) com 1 grama de perborato de sódio (Dermus Farmácia de Manipulação Ltda., Florianópolis, SC, Brasil) foi preparada imediatamente antes do uso. Essa pasta foi comprimida no interior da cavidade preparada com o auxílio de uma bolinha de algodão seca, sendo removida a porção superior, a fim de possibilitar espaço para a restauração provisória (FIG. 13-A). A resina composta nanoparticulada Filtek Supreme foi depositada sobre a pasta clareadora, de modo a selar o dente, em forma de um tampão, e, após isso, fotoativada por 40 s. Confeccionada a restauração provisória, uma camada do sistema adesivo foi aplicada com o auxílio de um pincel descartável nas margens da restauração, seca com jato de ar por 2 s a 5 s e fotoativada por 20 s, com o objetivo de promover um melhor selamento, por ocasião da realização do clareamento intracoronário (FIG. 13-B). Durante o tempo de espera entre as trocas de curativos, os dentes estiveram armazenados novamente na estufa a 37°C, durante 7 dias, em recipientes plásticos fechados e umidificados com água destilada, para que houvesse interação entre os agentes clareadores e a estrutura dental.

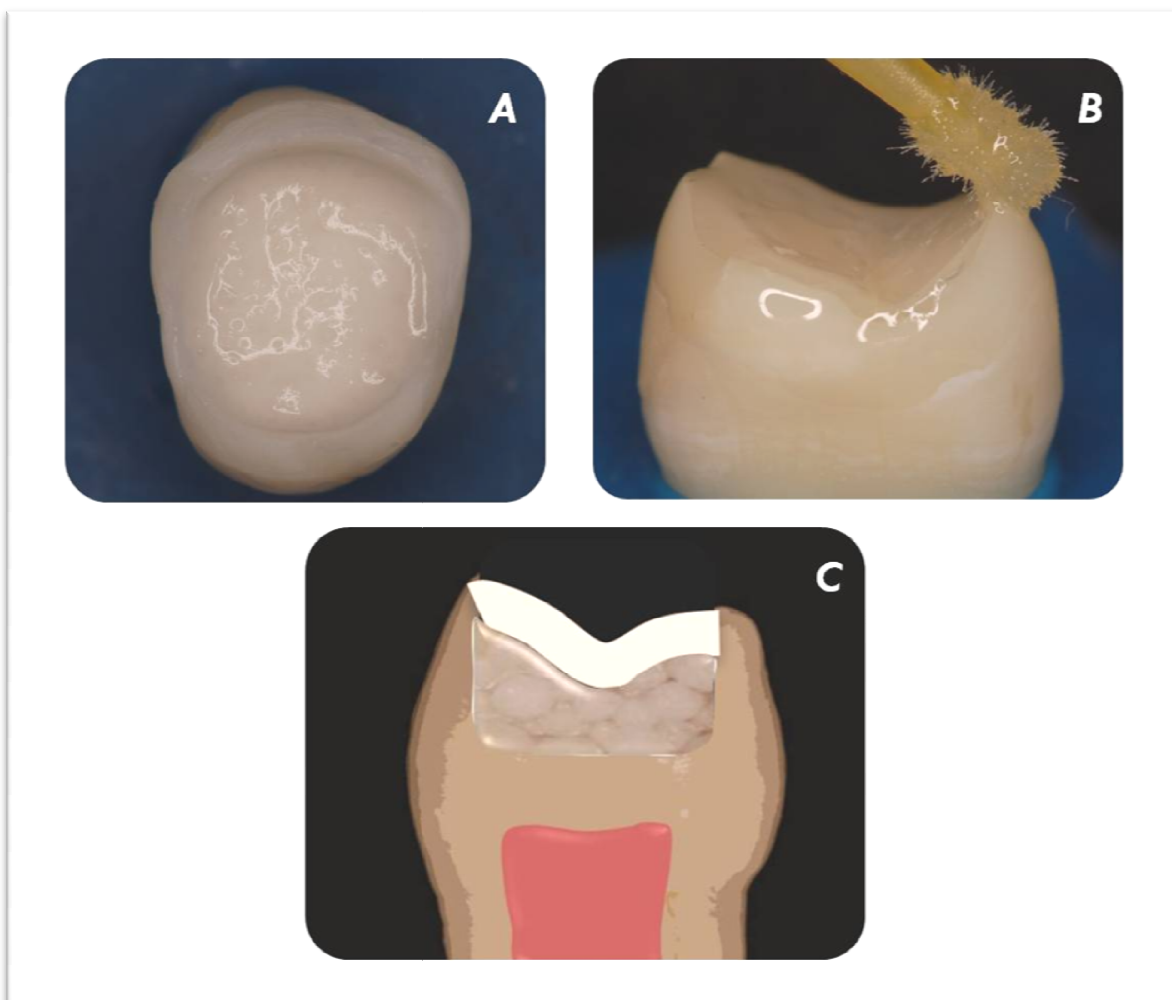


Figura 13-A. Pasta de peróxido de hidrogênio a 30% e perborato de sódio inserida no interior da cavidade.  
B. Selamento da restauração provisória com resina composta e sistema adesivo nas margens.  
C. Diagrama, em corte longitudinal proximal, no sentido vestibulolingual, do dente selado provisoriamente com resina composta, contendo o curativo clareador de demora.

Efetuararam-se as substituições do curativo de demora semanalmente. Passados 7 dias, removeu-se a restauração com uma ponta diamantada esférica nº 1012, montada em alta rotação (FIG. 9), e o curativo de demora foi retirado através de spray ar/água. O condicionamento com ácido fosfórico a 35% foi reaplicado na porção de esmalte localizada na parte externa do ângulo cavossuperficial como descrito anteriormente (FIG. 7). Preparou-se nova pasta de peróxido de hidrogênio e perborato de sódio, recolocada na cavidade preparada, e o dente foi selado com resina composta nanoparticulada Filtek Supreme. O sistema adesivo foi aplicado nas margens da restauração provisória, como o descrito acima para o curativo de demora, e permaneceu por mais 7

dias (FIG. 13). Ao final desse período, a terceira e última substituição de curativo realizou-se sempre pelo mesmo operador, da maneira atrás descrita, resultando em um tempo total de tratamento clareador intracoronário de 21 dias.

No 21º dia de tratamento clareador, os dentes tiveram as restaurações provisórias removidas (FIG. 9), e os preparos cavitários receberam uma pasta com hidróxido de cálcio e água destilada, de consistência regular, com o objetivo de neutralizar o meio (KEHOE, 1987; TRONSTAD et al., 1981). Foram selados com a mesma resina composta, como explicitado no grupo C1 (FIG. 10).

A restauração provisória foi removida após 7 dias, em alta rotação (FIG. 9), e a pasta de hidróxido de cálcio foi eliminada com spray ar/água. Os dentes do grupo controle receberam restauração definitiva em resina composta. As cavidades foram condicionadas com ácido fosfórico a 35% durante 30 s no esmalte e 15 s na dentina (FIG. 11), conforme as recomendações do fabricante, lavadas com spray ar/água durante 30 s e secas por 2 s a 5 s, com a finalidade de conseguir-se uma superfície dentinária levemente umedecida por água. Usado um aplicador descartável, colocaram-se na cavidade preparada duas camadas consecutivas de adesivo, secas com ar por 2 s e fotoativadas (FIG. 11) com a mesma unidade fotoativadora utilizada nos procedimentos anteriores. Concluída a aplicação do sistema adesivo, inseriram-se no interior da cavidade preparada 5 incrementos de resina composta de nanopartículas, com no máximo 2 mm de espessura cada, e fotoativou-se cada um por 40 s, constituindo-se dessa maneira a restauração definitiva (FIG. 12).

#### 4.3.3 Grupo Experimental 1

Os 5 dentes constituintes do grupo Experimental 1 (E1) tiveram as cavidades preparadas de forma semelhante à do grupo C1 e C2 (FIG. 5), condicionadas com ácido fosfórico a 35% durante 30 s no esmalte cavossuperficial e 15 s na dentina (FIG. 14), lavadas com spray ar/água por 30 s, e, como no grupo C2, receberam curativo de demora com pasta de consistência

regular formada pela mistura de 2 gotas de peróxido de hidrogênio a 30% com 1 g de perborato de sódio, que foi preparada imediatamente antes do uso e comprimida no interior da cavidade preparada (FIG. 13-A) com o auxílio de uma bolinha de algodão seca. Removida a porção superior da pasta clareadora, possibilitou-se a abertura de espaço para a restauração provisória com resina composta de nanopartículas, em forma de um tampão formado por dois incrementos, que foram fotoativados um a um por 40 s. Efetuada a confecção da restauração provisória, uma camada do sistema adesivo foi aplicada com o auxílio de um aplicador descartável nas margens da restauração, seca com jato de ar por 2 s a 5 s e fotoativada por 20 s, com o objetivo de promover melhor selamento durante a realização do clareamento intracoronário (FIG. 13-B). Os curativos com agente clareador foram trocados semanalmente e restaurados provisoriamente com a mesma resina composta nanoparticulada utilizada em todo o experimento, em um tempo total de clareamento de 21 dias. Superado esse período, assim como nos grupos C1 e C2, uma pasta de hidróxido de cálcio e água destilada de consistência regular foi aplicada como curativo de demora por 7 dias (FIG. 10), com o intuito de alcalinizar o meio (KEHOE, 1987; TRONSTAD et al., 1981). Ao final desse período, realizou-se a restauração definitiva, como se expôs nos grupos C1 e C2 (FIG. 11 e 12).

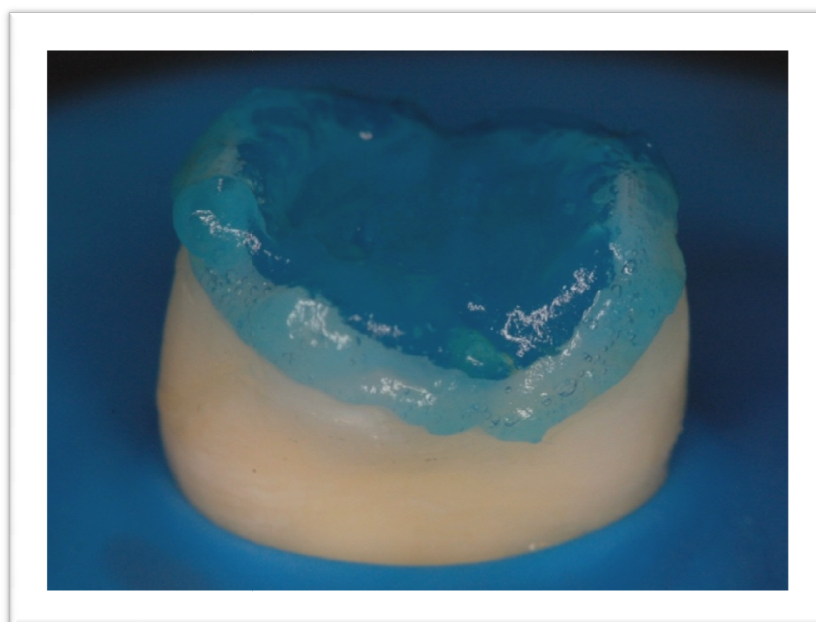


Figura 14 – Condicionamento ácido do esmalte e da dentina.

#### 4.3.4 Grupo Experimental 2

Neste grupo de dentes, executaram-se os preparos oclusais da mesma maneira que nos grupos C1, C2 e E1 (FIG. 5). As cavidades foram condicionadas com ácido fosfórico a 35% por 30 s no esmalte e na dentina, previamente ao tratamento clareador (FIG. 13) e lavados com spray ar/água por 30 s. As cavidades preparadas receberam tratamento clareador intracoronário com uma pasta de consistência regular obtida pela mistura de 2 gotas de peróxido de hidrogênio a 30% com 1 g de perborato de sódio, preparada imediatamente antes do uso. Essa mistura foi comprimida no interior da cavidade, respeitando-se o espaço na porção oclusal para a confecção das restaurações provisórias com um tampão de resina composta nanoparticulada, da mesma forma que as restaurações provisórias dos grupos C1, C2 e E1 (FIG. 13). O tempo de tratamento e as trocas de curativo do agente clareador no interior das cavidades preparadas foram idênticos aos do grupo C2 e do grupo E1, com trocas a cada 7 dias, totalizando 21 dias. Durante a espera entre os procedimentos, os dentes foram armazenados a 37 °C em recipientes plásticos fechados umidificados com água destilada.

No 21º dia de clareamento, as restaurações provisórias foram removidas com uma ponta diamantada esférica nº 1012, montada em alta rotação (FIG. 9), e removeu-se o curativo de demora com a utilização de spray ar/água. Com a finalidade de neutralizar o meio, uma pasta formada por hidróxido de cálcio e água destilada foi inserida nas cavidades preparadas (FIG. 10) e aí permaneceu por 7 dias, restaurada provisoriamente com a mesma resina composta de nanopartículas colocada em uso durante todo o experimento. Ultrapassado tal período, assim como nos grupos C1, C2 e E1, as restaurações provisórias foram removidas (FIG. 9), e a pasta de hidróxido de cálcio também foi retirada, com spray ar/água, para a confecção da restauração definitiva. As cavidades foram novamente condicionadas com ácido fosfórico a 35% por 30 s no esmalte e 15 s na dentina (FIG. 11-A), lavadas com spray ar/água durante 30 s e secas por 2 s a 5 s, com o intuito de conseguir-se chegar a uma superfície dentinária levemente umedecida por água. Por meio de um aplicador descartável, duas camadas consecutivas de adesivo foram aplicadas no

interior das cavidades, secas com ar por 2 s e fotoativadas com a mesma unidade fotoativadora utilizada nos procedimentos anteriores (FIG. 11-B e C). Finalizada a aplicação do sistema adesivo, foram inseridos no interior da cavidade preparada 5 incrementos de resina composta de nanopartículas, como ilustrado na Figura 12, com no máximo 2 mm de espessura cada, e fotoativados cada um por 40 s, compondo-se assim a restauração definitiva. Os espécimes foram armazenados em recipientes plásticos fechados e umedecidos com água destilada, em estufa a 37 °C, durante os períodos de espera entre as trocas de curativo de demora e após a restauração definitiva dos dentes.

#### 4.4 TESTE DE RESISTÊNCIA DE UNIÃO – MICROTRAÇÃO

##### 4.4.1 Preparo dos dentes para o teste de microtração

Os espécimes, retirados do interior da estufa, foram preparados para o teste de resistência de união sob microtração após 24 h do término das restaurações.

Os dentes foram removidos dos cilindros de plástico e da cera utilidade para serem fixados com cera (Horus, Herpo Produtos Dentários Ltda., Petrópolis, RJ, lote 50178) em um dispositivo de corte para microtração (desenvolvido por Fábio Andretti) (FIG. 15) parafusado no braço da máquina de cortes (ISOMET 1000, Buehler, Lake Bluff, IL, EUA) (FIG. 16-B).

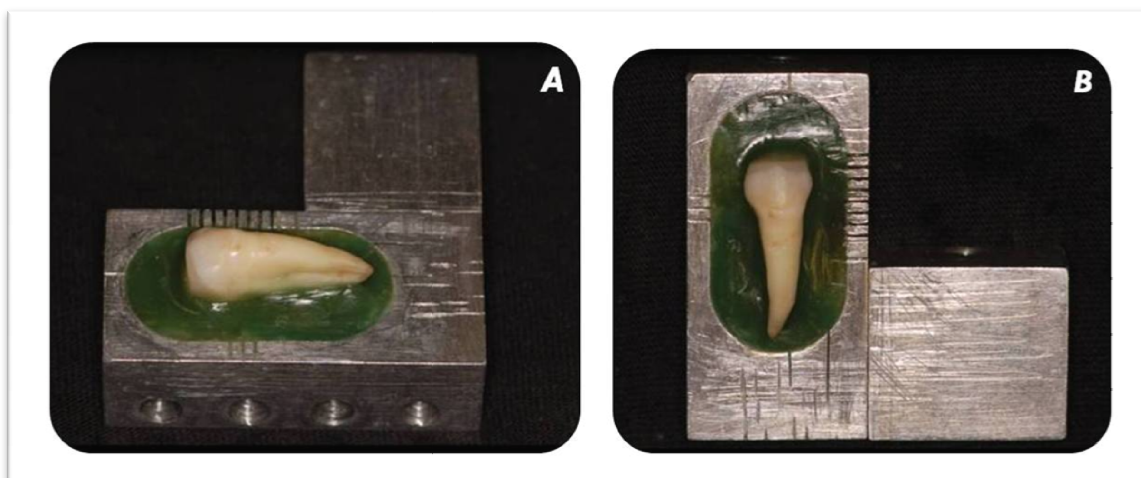


Figura 15-A e B. Dente fixado com cera no dispositivo de fixação para corte.

O dispositivo consistia de uma peça de metal em forma de “L”, que apresentava orifícios em todas as faces laterais e inferior. Na porção superior da peça, uma área em baixo relevo, de forma oval, permitiu espaço suficiente para a plastificação da cera, o que serviu para a fixação do dente para o corte (FIG. 16-A). Quando parafusada, a peça permitia medir as dimensões do dente e levá-lo ao encontro do disco de corte (FIG. 16-B) (disco diamantado de dupla face, 102 mm de diâmetro x 0,3 mm de espessura, Buehler, Lake Bluff, IL, EUA).

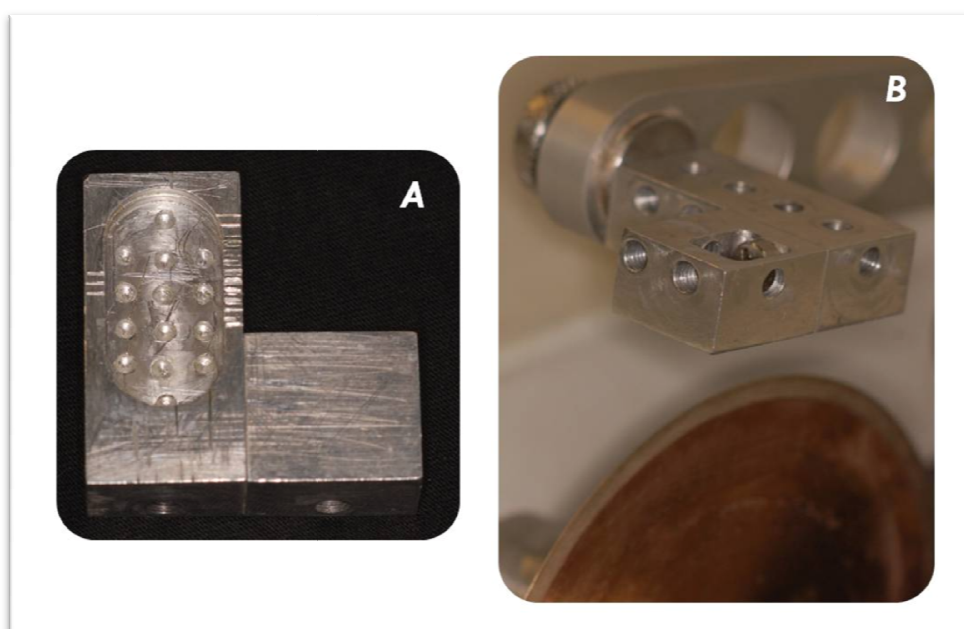


Figura 16-A. Dispositivo de fixação para corte.  
B. Dispositivo parafusado no braço da máquina de cortes, permitindo a aproximação do disco de corte.

Executou-se o primeiro corte dos dentes sobre uma demarcação com caneta hidrocor localizada na raiz, a 4 mm apicalmente ao limite amelocementário de cada dente (FIG. 17-A). O dispositivo com o dente fixado foi parafusado no braço da máquina de corte, e o disco diamantado realizou a secção, sob refrigeração com água, a uma velocidade de 400 r.p.m., com peso de 50 g. O primeiro corte teve como objetivos remover a raiz dental, que não foi utilizada neste estudo, e proporcionar acesso à câmara pulpar (FIG. 17).

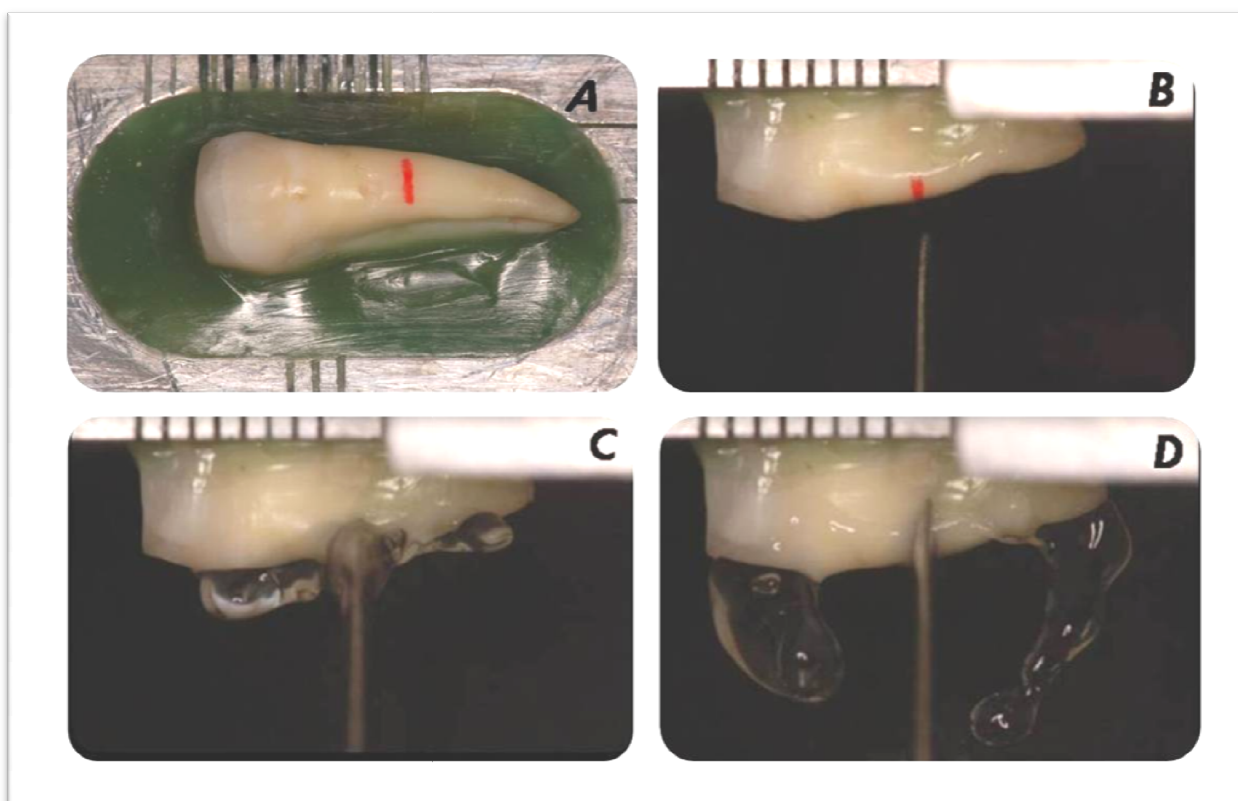


Figura 17-A. Demarcação na porção radicular para execução do corte com disco diamantado. B, C, D. Seqüência do corte realizado sob refrigeração com água, até a completa secção da raiz.



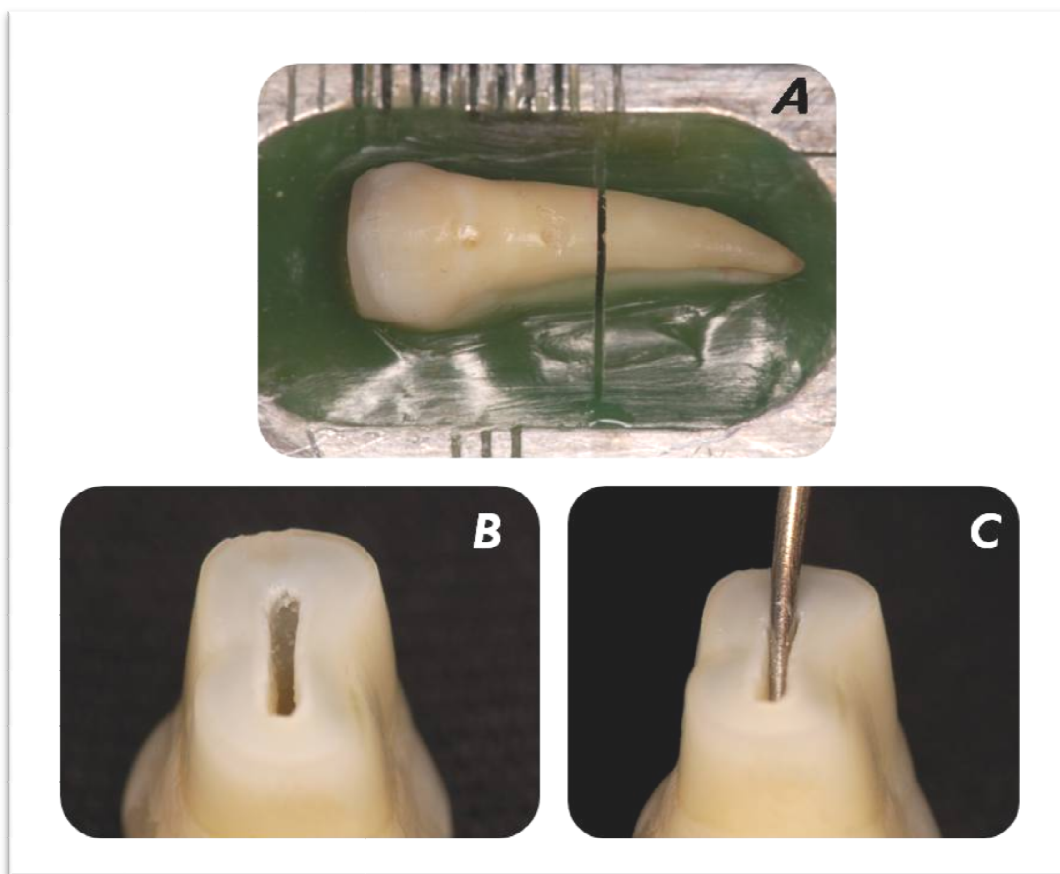


Figura 18-A. Raiz dental completamente seccionada.  
B e C. Após o descarte da porção apical, o remanescente pulpar da parte coronal foi removido com o auxílio de uma sonda exploradora.

Essa cavidade foi restaurada com resina composta pela técnica do condicionamento ácido total, com o intuito de reforçar cada elemento dental no momento dos cortes sequenciais e de permitir a obtenção de filetes na região do teto da câmara pulpar. Primeiramente, a câmara pulpar de cada dente foi esvaziada com curetas e sonda exploradora para remover qualquer remanescente de tecido pulpar (FIG. 18-C). Então, ela foi condicionada com ácido fosfórico a 35% por 15 s (FIG. 19-A), enxaguada com spray ar/água por 30 s e seca cuidadosamente por 2 s a 5 s. Duas camadas consecutivas de adesivo foram aplicadas com pincel descartável (FIG. 19-B) e fotoativadas com o mesmo aparelho usado anteriormente por 20 s (FIG. 19-C). Cada elemento dental teve sua câmara pulpar preenchida com resina composta de forma incremental, com no máximo 1 mm de espessura, fotopolimerizados um a um (FIG. 20).

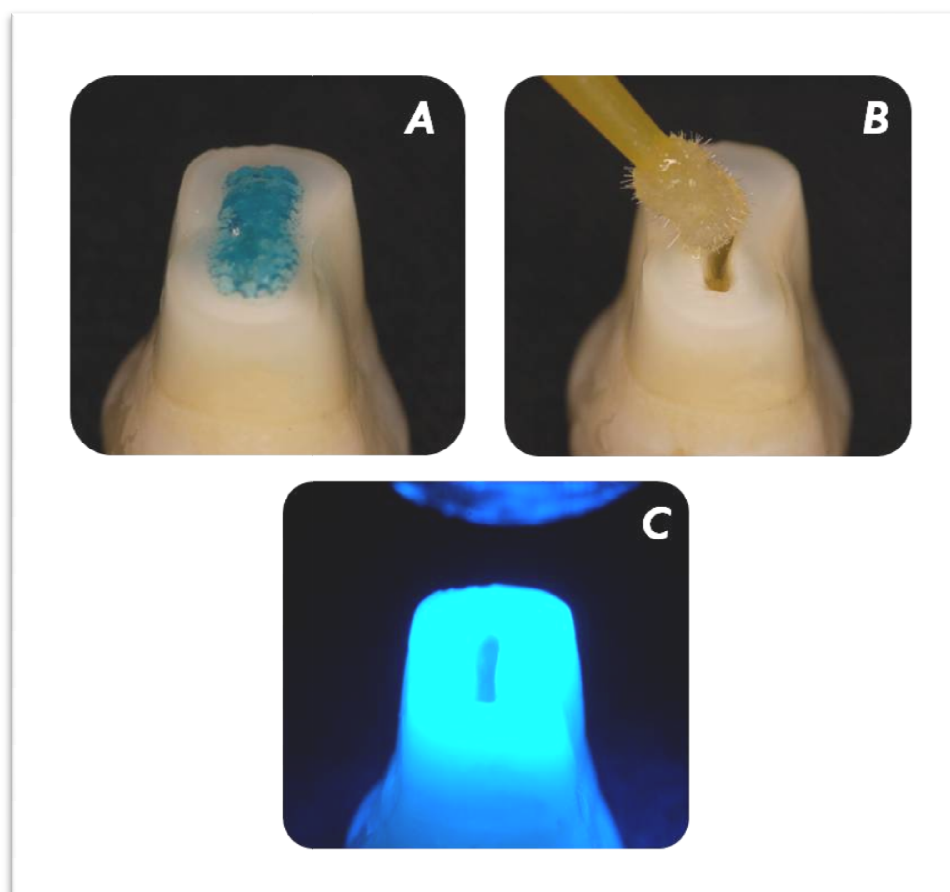


Figura 19-A. Condicionamento ácido da dentina no interior da câmara pulpar, por via apical, durante 15 s.  
B. Após a lavagem do ácido e leve secagem, o sistema adesivo foi aplicado.  
C. Fotoativação do sistema adesivo.

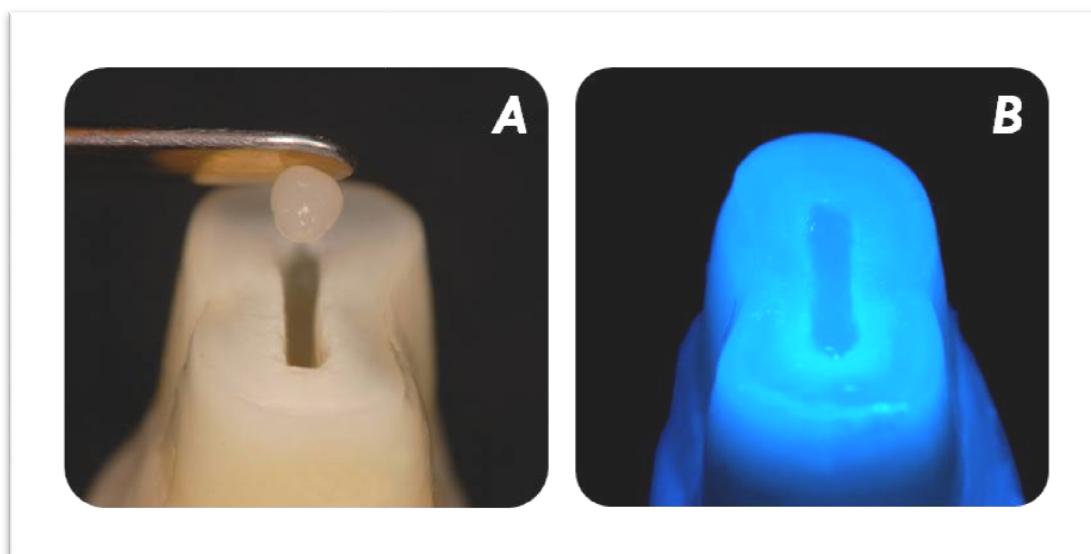


Figura 20-A. Inserção dos incrementos de resina composta no interior da câmara pulpar, por via apical.  
B. Fotoativação final da resina composta.

#### 4.4.2 Obtenção dos filetes para o teste de microtração

A coroa de cada dente veio a ser novamente fixada com cera no dispositivo de corte, de modo que a região oclusal ficasse voltada para fora e a porção da raiz seccionada voltada para o dispositivo (FIG. 21). Terminada a fixação com parafusos no braço da máquina de corte, iniciou-se a sequência de cortes para a obtenção dos filetes (palitos), conforme descrito por Arcari (2005):

- a) a coroa dental foi posicionada com a face vestibular voltada para o disco de corte. A máquina de cortes foi zerada (FIG. 22-A e B);
- b) esse conjunto foi deslocado para a direita, até o final da face palatina, onde pôde ser mensurada e registrada a distância vestibulopalatal (FIG. 22-C);
- c) a partir desse momento, o conjunto dente/plataforma foi deslocado para a realização dos primeiros cortes – primeiro, na face vestibular e, depois, na face palatina, até que se conseguisse a total remoção de esmalte (FIG. 23). O restante da coroa foi deixado para a obtenção de 4 a 5 fatias de 0,6 mm de espessura;
- d) o dispositivo de fixação para corte foi desparafusado e reposicionado em 90°, deixando a superfície mesial em contato com o disco de corte. A máquina, novamente zerada, deslocou-se para a face distal, onde se registrou a dimensão méso-distal da coroa, similar ao descrito no item b (FIG. 24-A e B);
- e) dois cortes foram realizados para remover o esmalte nas faces mesial e distal, como no item c (FIG. 24-C);
- f) a cada 1,1 mm aproximadamente, realizaram-se cortes paralelos entre si, para a obtenção de 4 fatias de distal para mesial (FIG. 25-A);
- g) imediatamente antes dos outros cortes, uma pequena porção de cera foi plastificada e inserida entre as fatias, com o objetivo de estabilizar os filetes durante o corte (FIG. 25-B);

- h) o dispositivo retornou à posição anterior de 90°, e outros cortes, perpendiculares aos primeiros e paralelos entre si, foram realizados também a cada 1 mm de distância, formando filetes de aproximadamente 0,6 mm x 0,6 mm (FIG. 26); e
- i) o dispositivo, reposicionado mediante o aparafusamento em sua base, possibilitou que o disco cortasse exatamente na base da dentina, ou seja, paralelo ao teto da câmara pulpar, na base dos filetes. Nessa ocasião, eles se soltaram do remanescente e foram coletados em recipiente plástico com água destilada.

Os referidos filetes foram examinados (FIG. 27) e mensurados (FIG. 28) com paquímetro eletrônico digital (modelo 727, Starrett, Itu, SP, Brasil). Os espécimes com suspeita de falhas ou fora dos padrões preestabelecidos foram descartados. As medidas de cada filete foram registradas para posterior cálculo da resistência de união.

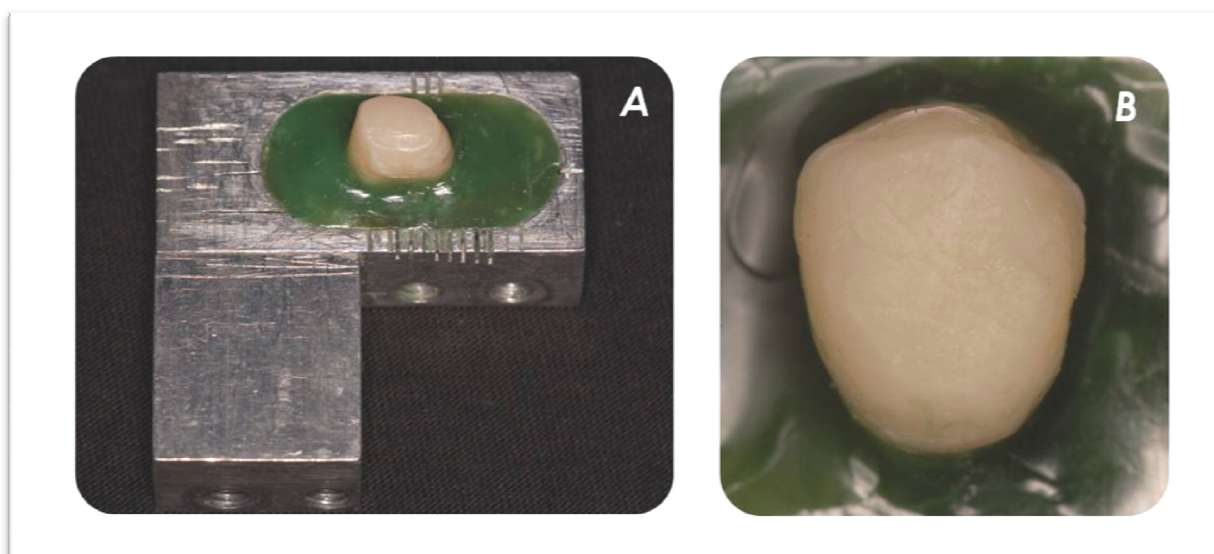


Figura 21-A. Coroa fixada com cera no reservatório do dispositivo para corte.  
B. Vista aproximada do dente fixado pronto para os cortes seqüenciais, com a face oclusal voltada para cima.



Figura 22-A. Posicionamento do disco de corte na face vestibular.  
 B. Ajuste em zero da máquina de cortes.  
 C. Disco posicionado na região palatina para a medição da distância vestibulolingual.

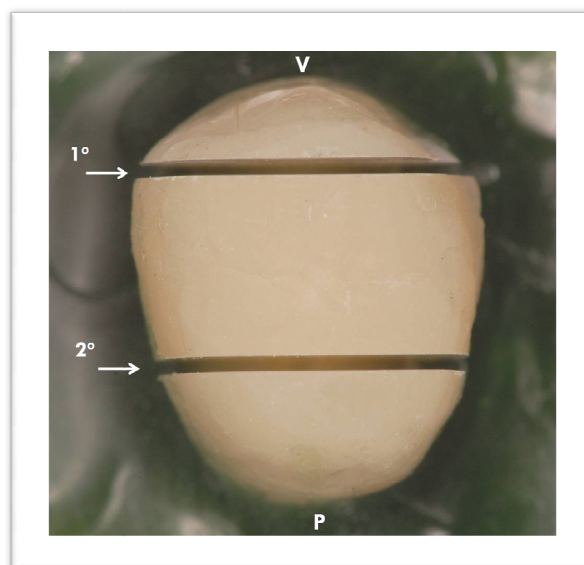


Figura 23. Primeiro corte realizado próximo à face vestibular para a eliminação do esmalte vestibular. O segundo corte tem por finalidade eliminar o esmalte palatino.

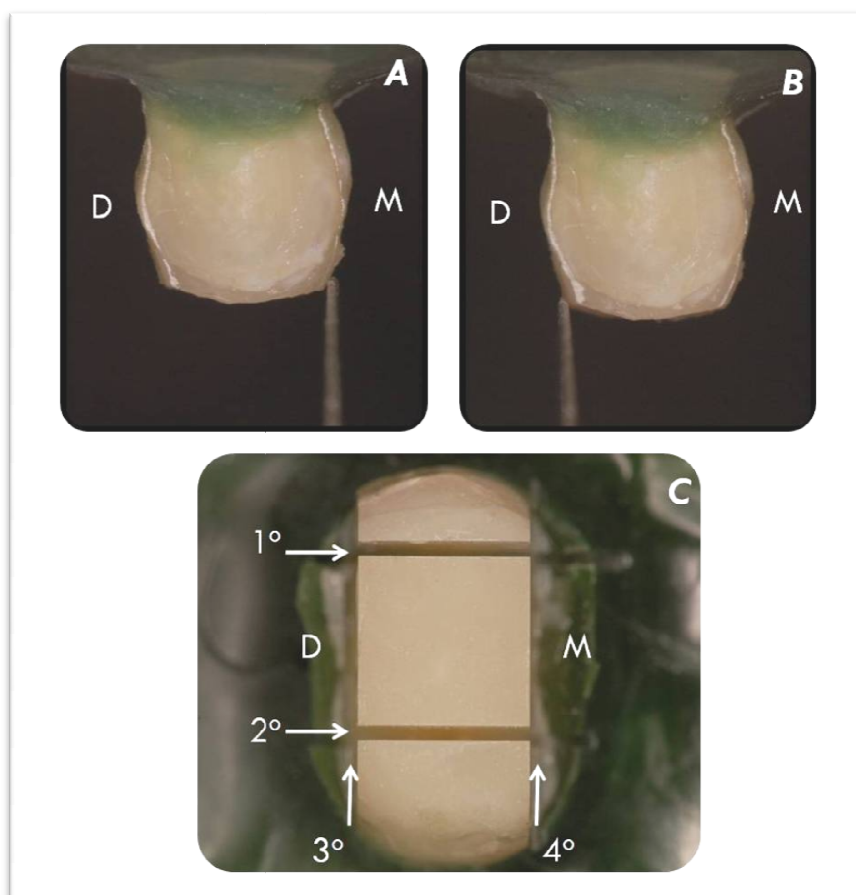


Figura 24-A. Disco posicionado próximo à face mesial, onde a máquina de cortes foi zerada.  
 B. Posicionamento do disco de cortes próximo à face distal para mensuração da distância mésio-distal.  
 C. Terceiro e quarto cortes realizados com a finalidade de eliminar o esmalte das faces mesial e distal.

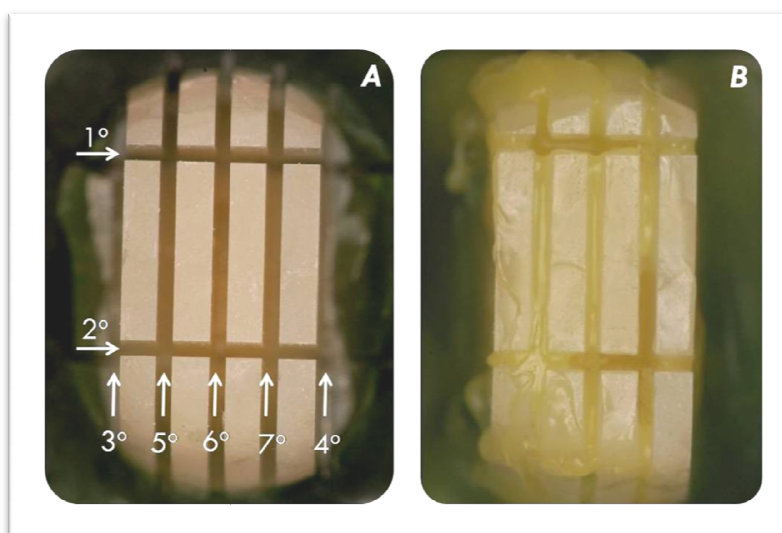


Figura 25-A. Cortes sequenciais paralelos aos terceiro e quarto cortes, no sentido mésio-distal.  
 B. Plastificação de cera nos espaços dos cortes realizados anteriormente.

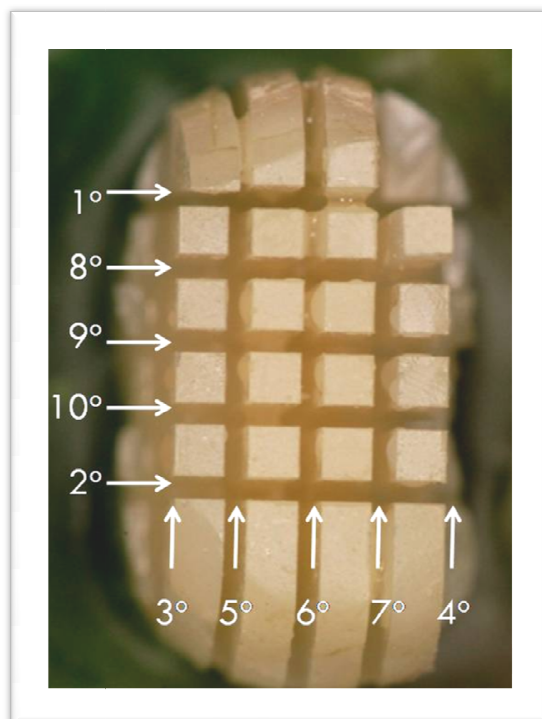


Figura 26. Oitavo, nono e décimo cortes realizados perpendicularmente aos anteriores, dando forma a 16 filetes.



Figura 27. Filetes compostos de resina composta e dentina.



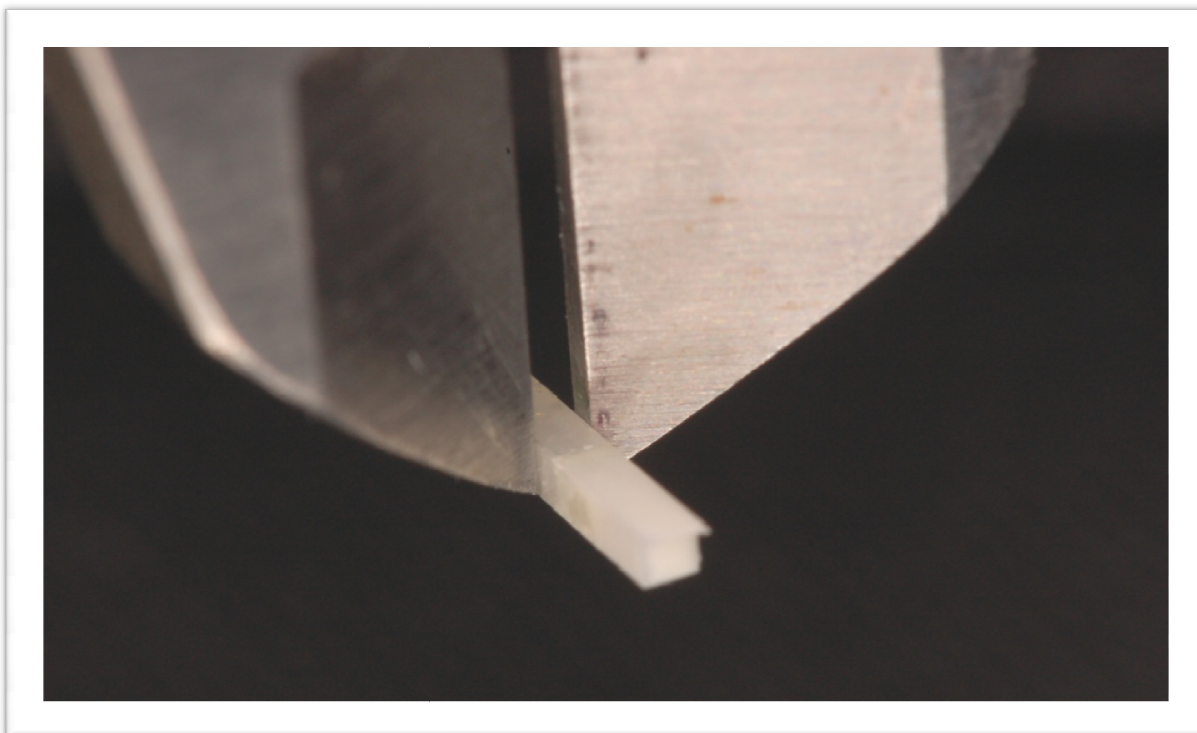


Figura 28. Mensuração do filete, próximo à região da interface.

#### 4.4.3 Teste de resistência de união por microtração

Colaram-se os filetes (FIG. 29), em suas extremidades, com um adesivo em gel à base de cianocrilato (SuperBonder, Henkel Loctite Adesivos Ltda., Itapevi, SP, Brasil, lote DBA) a um dispositivo de microtração (dispositivo de Geraldeli para microtração) (PERDIGÃO et al., 2002) adaptado a uma máquina de ensaios universal (modelo 4444, Instron Corp., Canton, MA, EUA) do Laboratório de Materiais Dentários da Universidade Federal de Santa Catarina (FIG. 30). O teste processou-se até a obtenção da fratura a uma velocidade de travessa constante de 0,5 mm/min. A tensão de ruptura expressou-se em quilonewtons (kN). Os valores mensurados foram convertidos para MPa, sabendo-se que 1 kN é igual a 1.000 Newtons, e a tensão corresponde à razão entre força (N) e área (mm<sup>2</sup>), o que passou a designar o valor de resistência de união de cada amostra testada.



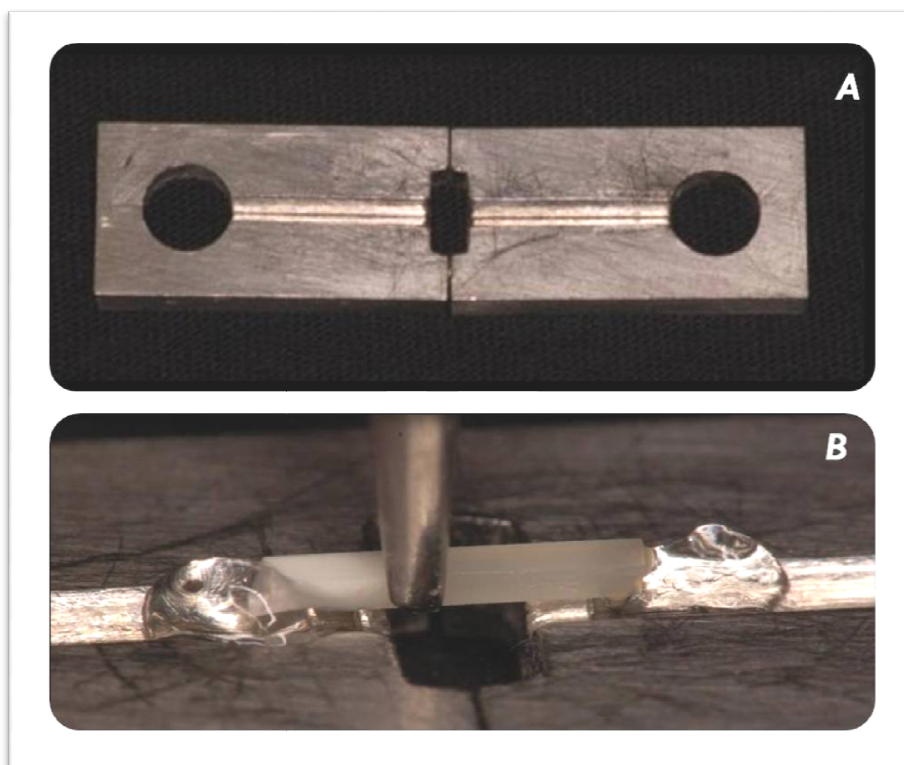


Figura 29-A. Dispositivo de Geraldini para microtração.  
 B. Inserção do filete na canaleta do dispositivo de Geraldini, para a colagem das extremidades com cola de cianocrilato.

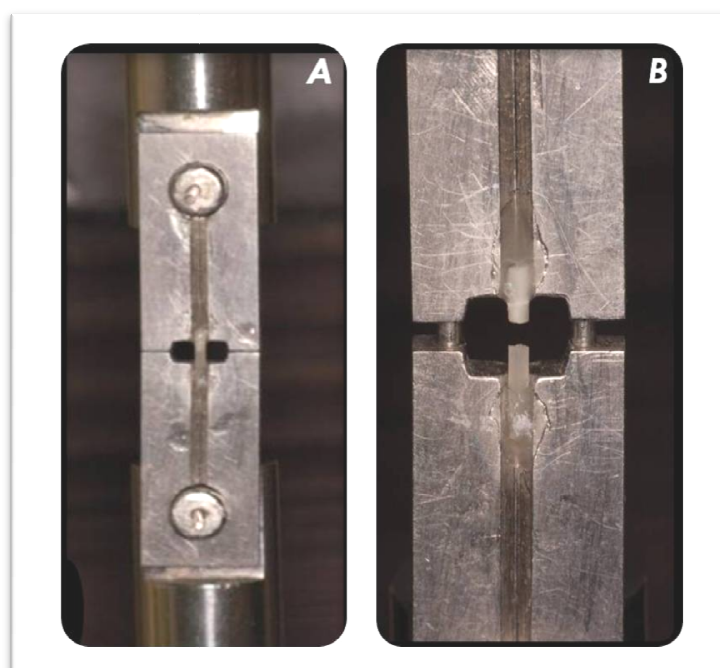


Figura 30-A. Filete de resina composta e dentina, fixado ao dispositivo de Geraldini, adaptado à máquina de ensaios universal para microtração.  
 B. Filete fraturado após a aplicação da carga de tração.

#### 4.5 ANÁLISE DO TIPO DE FRATURA AO MEV

Padrões do sistema adesivo, resina composta e dentina foram confeccionados para facilitar sua visualização ao MEV. Utilizou-se uma matriz metálica bipartida, de aço inoxidável, para a construção dos padrões de resina composta e adesivo, com dimensões internas de 20 mm de comprimento, 1 mm de largura e 1 mm de profundidade. As duas metades mantiveram-se em posição por parafusos que se encontravam com uma base metálica abaixo (FIG. 31). Obteve-se o padrão de resina composta pela inserção de incrementos no interior do nicho da matriz e pela posterior fotoativação com o mesmo equipamento utilizado anteriormente na pesquisa (FIG. 32). O padrão de adesivo foi formado despejando-se no interior da matriz metálica quantidade suficiente para completá-la; a seguir, foi igualmente fotoativado (FIG. 33). Uma porção de dentina foi seccionada na forma de palito, com secção transversal de 1 mm<sup>2</sup>. Todas essas amostras foram submetidas ao teste de microtração e posteriormente levadas ao MEV (FIG. 34 a 38).

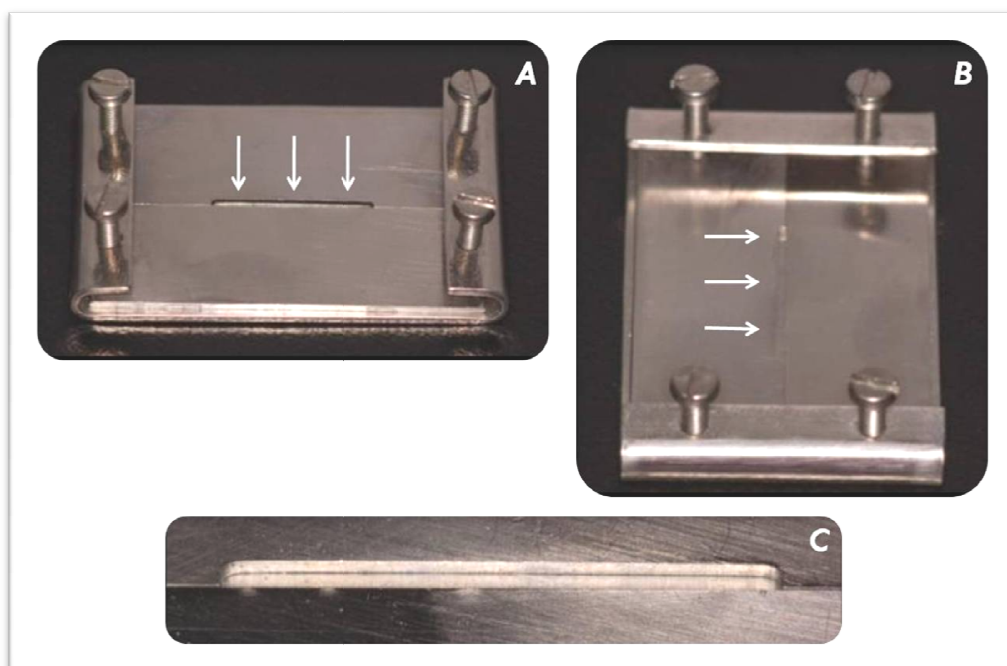


Figura 31-A e B. Diferentes vistas da matriz metálica bipartida. As setas indicam o nicho onde os materiais devem ser inseridos. C. Vista aproximada do nicho da matriz metálica bipartida.

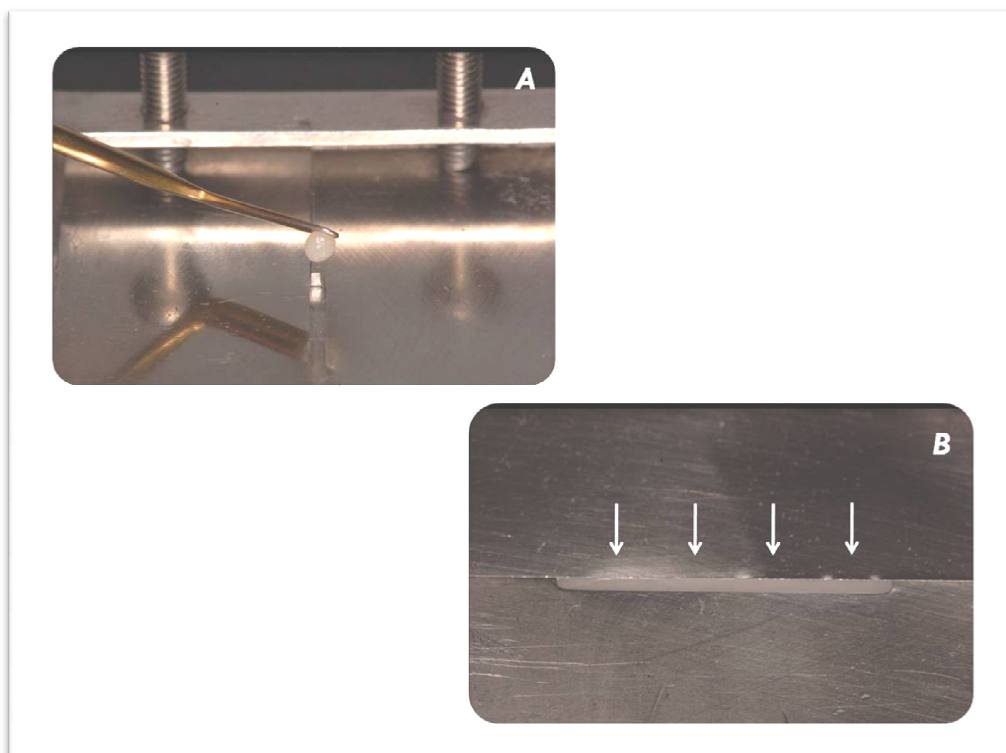


Figura 32-A. Inserção da resina composta no interior do nicho da matriz metálica bipartida.  
B. Filete de resina composta após a fotoativação.

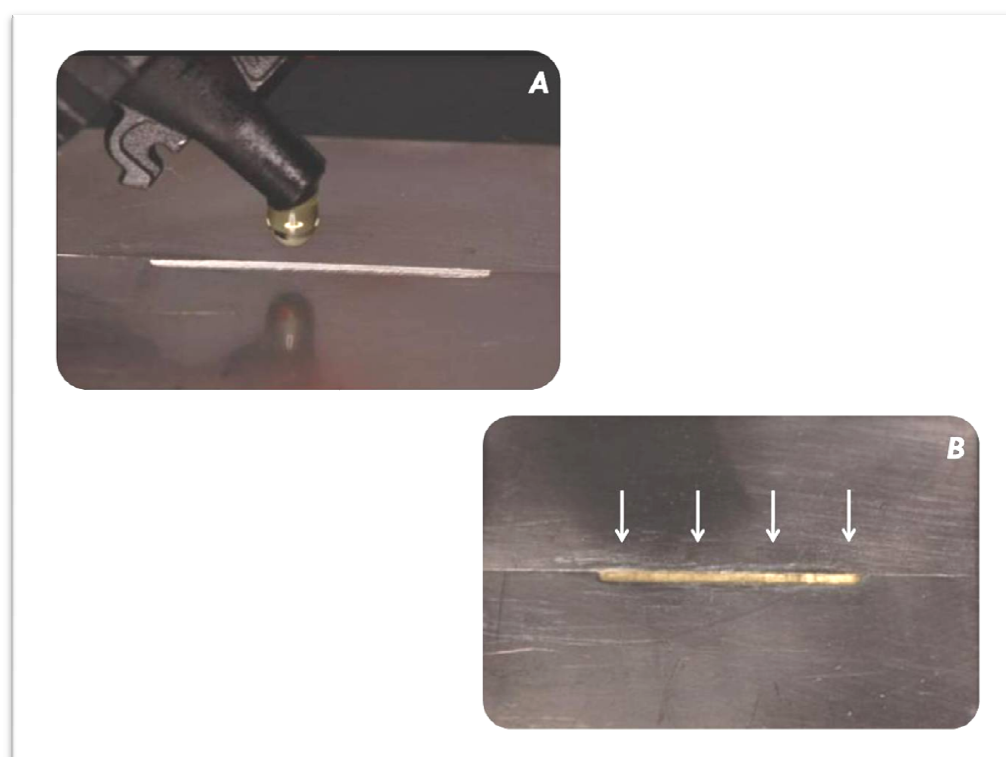


Figura 33-A. Inserção do sistema adesivo no interior do nicho da matriz metálica bipartida.  
B. Filete de adesivo após a fotoativação.

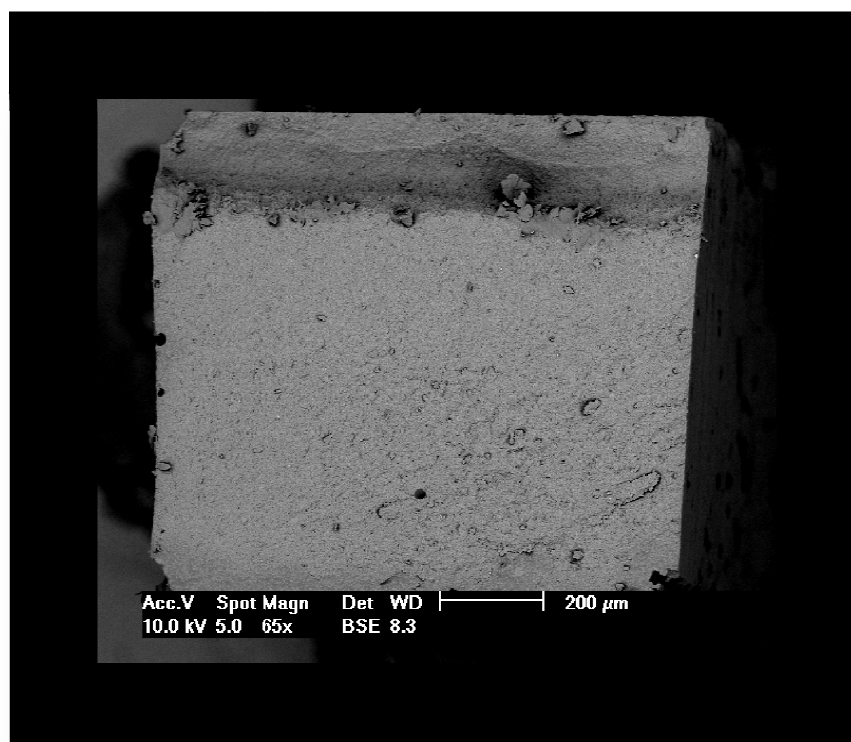


Figura 34. Fotomicrografia do topo do filete fraturado de resina composta (Filtek Supreme).

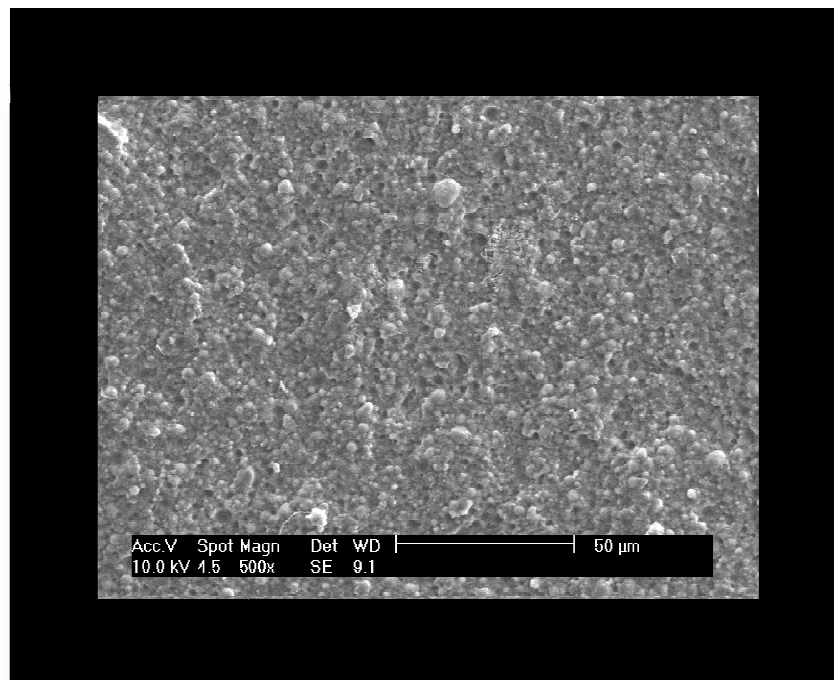


Figura 35. Fotomicrografia em maior aumento do filete fraturado de resina composta (Filtek Supreme).

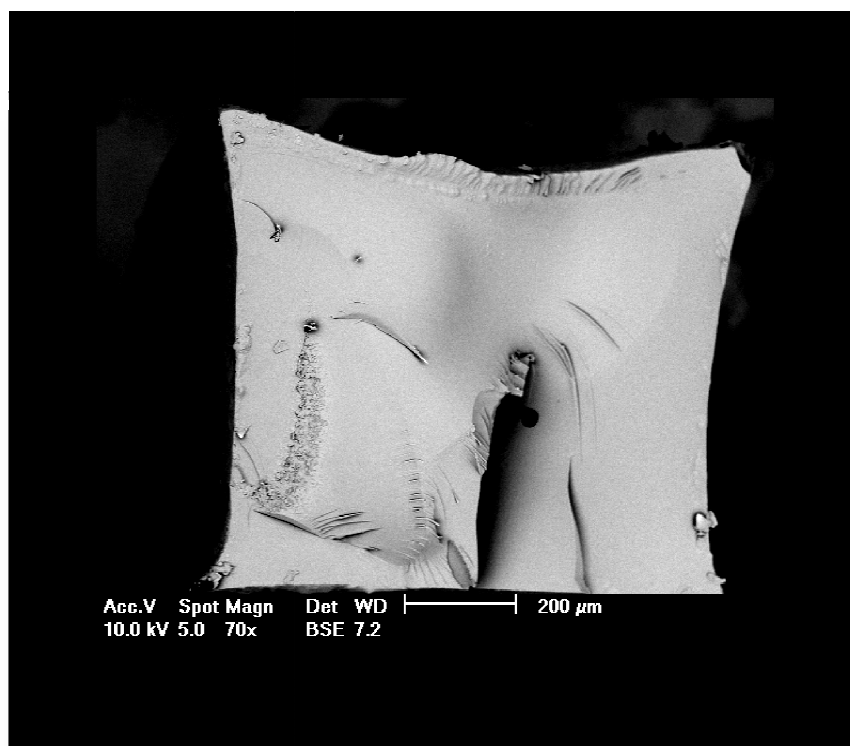


Figura 36. Fotomicrografia do topo do filete de adesivo (Single Bond 2).

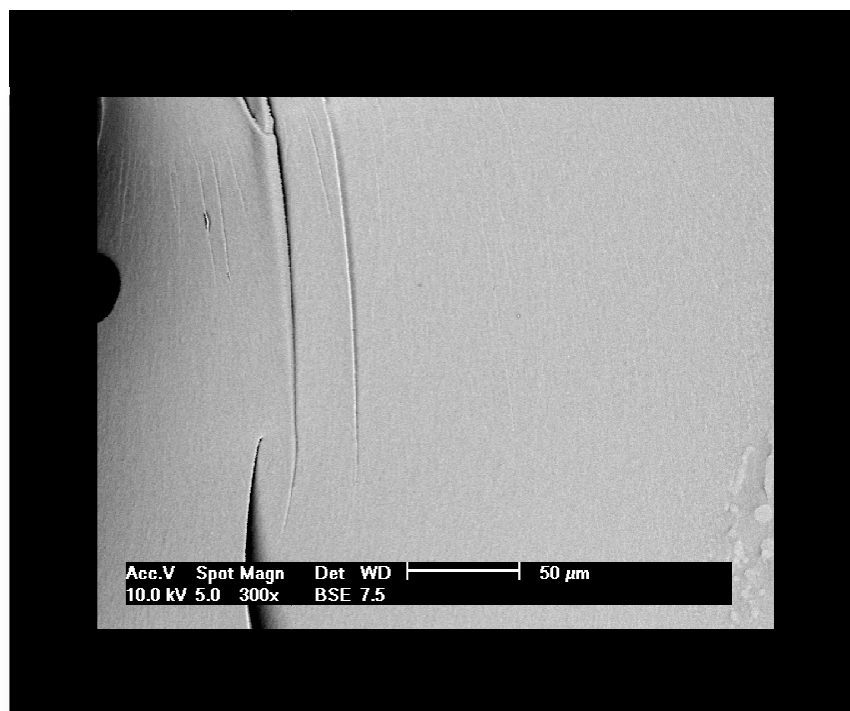


Figura 37. Fotomicrografia em maior aumento do topo do filete de adesivo (Single Bond 2).



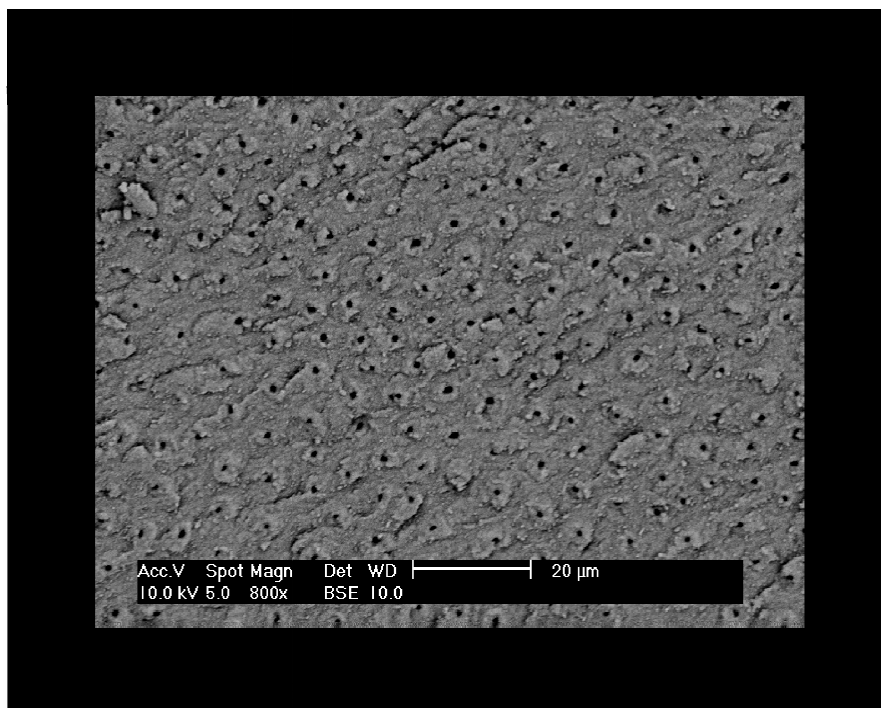


Figura 38. Vista aproximada do topo do filete de dentina.

Com o intuito de verificar-se o tipo de fratura após o teste de microtração ao microscópio eletrônico de varredura (Philips XL-30, Philips Eletric Corp., Eindhoven, Holanda), todas as amostras (filetes) foram montadas em porta-amostras e recobertas metalicamente com ouro-paládio (SCD 005, Bal-Tec, Balzers, Liechtenstein).

As fraturas encontradas receberam classificação conforme a de Hashimoto et al. (2002) (FIG. 39), após modificação:

- a) falha coesiva na resina composta;
- b) falha coesiva no adesivo e/ou camada híbrida;
- c) falha coesiva na dentina; e
- d) falha mista (associações do tipo A e B, B e C, ou A, B e C).